ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT

CHƯƠNG 1 5
ĐẠI CƯƠNG VỀ BẢO QUẢN THỰC PHẨM (5 tiết) 5
1.1. Lịch sử, khái niệm và mục đích của bảo quản thực phẩm 5
1.1.1. Lịch sử 5
1.1.2. Khái niệm 5
1.1.3. Mục đích 5
1.2. Phân loại các sản phẩm thực phẩm 6
1.3. Nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm 7
1.3.1. Nguyên nhân cơ học 7
1.3.2. Nguyên nhân vật lý 7
1.3.3. Nguyên nhân hóa học 8
1.3.4. Nguyên nhân hóa sinh 8
1.3.5. Nguyên nhân sinh vật 8
1.4. Các nguyên lý bảo quản thực phẩm 9
1.4.1. Nguyên lý Eubiosis /Hemibiosis - Nguyên lý duy trì sự sống 9
1.4.2. Nguyên lý Anabiosis - Nguyên lý hạn chế sự sống 9
1.4.3. Nguyên lý Abiosis - Nguyên lý đình chỉ sự sống 9
1.5. Phân loại các phương pháp bảo quản thực phẩm 10
1.5.1. Theo tiêu chí: truyền thống và hiện đại 10
1.5.2. Theo tiêu chí: có dùng nhiệt và không dùng nhiệt 10
1.5.3. Theo tiêu chí : hạn chế và tiêu diệt vi sinh vật 10
1.5.4. Theo nhóm phương pháp : vật lý, hóa học và sinh học 10
1.6. Cơ sở lựa chọn các phương pháp bảo quản thực phẩm 10
CHƯƠNG 2 12
BIẾN ĐỔI CỦA CÁC HỢP PHẦN THỰC PHẨM TRONG BẢO QUẢN (5 tiết) 12
2.1. Giới thiệu chung về thành phần hóa học của thực phẩm 12
2.1.1. Nước và hoạt độ nước 12
2.1.2. Protein 13
2.1.3. Lipid 14
2.1.4. Carbohydrate 15
2.1.5. Khoáng chất 15
2.1.6. Vitamin 16
2.1.7. Hợp chất mùi 17
2.2. Các biến đổi do oxy xúc tác 18
2.2.1. Các hợp chất phenol 18
2.2.2. Axit ascorbic 18
2.2.3. Mioglobin và và hemoglobin 19
2.2.4. Các hợp chất mùi 19
2.2.5. Các phương pháp chống lại sự oxy hóa 20
2.3. Các biến đổi do sự có mặt của kim loại 20
2.3.1. Các phản ứng khi có mặt thiếc, đồng, sắt 21

2.3.1.4. Các phản ứng khi có mặt nhôm 22
2.3.1.5. Các phản ứng khi có mặt canxi 22
2.4. Các biến đổi do vi sinh vật 23
2.4.1. Đối với các thực phẩm giàu protein 24
2.4.2. Đối với các thực phẩm giàu carbohydrate 25
2.4.3. Đối với các thực phẩm giàu lipit 25
2.4.4. Ảnh hưởng của vsv trên nguyên liệu thô đến quá trình bảo quản 26
CHƯƠNG 3 29
PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN THỰC PHẨM TRUYỀN THỐNG (10 tiết) 29
3.1. Phương pháp hiệu chỉnh pH 29
3.1.1. Ảnh hưởng của pH đến thực phẩm và VSV 29
3.1.2. Phân loại và cơ chế kiểm soát pH của VSV 30
3.1.3. Các phương pháp hiệu chỉnh pH 30
3.2. Phương pháp hiệu chỉnh hoạt độ của nước 39
3.2.1. Sự liên quan giữa hoạt độ nước và tính bảo quản của thực phẩm 39
3.2.2. Các phương pháp hiệu chỉnh aw 42
3.3. Phương pháp sử dụng nhiệt 47
3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự sinh trưởng của VSV 47
3.3.2. Các phương pháp sử dụng nhiệt 50
3.3.3. Các phương pháp lạnh đông kết hợp 61
3.3.4. Phương pháp lạnh đông CAS 62
3.3.5. Chất bảo quản lạnh (cryoprotectant) 67
3.4. Phương pháp lên men 68
3.4.1. Giới thiệu chung 68
3.4.2. Định nghĩa 68
3.4.3. Phân loại 69
3.4.4. Các tác nhân làm tăng tính bền và an toàn của thực phẩm lên men 70
3.4.5. Lợi ích của lên men thực phẩm 71
3.5. Phương pháp hóa học 71
3.5.1. Định nghĩa chất bảo quản 71
3.5.2. Phân loại chất bảo quản 72
CHƯƠNG 4 75
PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN THỰC PHẨM HIỆN ĐẠI (10 tiết) 75
4.1. Phương pháp MAP (Modified Asmosphere Packaging) 75
4.1.1. Giới thiệu chung 75
4.1.2. Khái niệm MAP 76
4.1.3. Bao bì MAP 76
4.1.4. Kỹ thuật và thiết bị MAP 77
4.1.5. Các yếu tố cần xem xét khi thiết kế MAP cho một sản phẩm thực phẩm 78
4.1.6. Bảo quản trong khí quyển kiểm soát- controlled atmosphere storage 81
4.1.7. Bao gói hoạt hóa (hoạt tính) 82
4.2. Phương pháp tạo màng bao ăn được (edible - coating) 82

4.2.1. Lịch sử phát triển 82
4.2.2. Mục đích sử dụng 83
4.2.3. Quy tắc lựa chọn lớp phủ 86
4.2.4. Kỹ thuật bao áo 89
4.3. Phương pháp lọc màng 90
4.3.1. Giới thiệu và phân loại màng lọc 90
4.3.2. Mục đích sử dụng màng lọc trong kỹ thuật bảo quản thực phẩm 91
4.3.3. Kỹ thuật và thiết bị lọc 91
4.3.4. Ưu điểm 94
4.4. Phương pháp chiếu xạ 95
4.4.1. Định nghĩa và phân loại 95
4.4.2. Mục đích và hiện trạng sử dụng chiếu xạ trên thế giới và Việt Nam 95
4.4.2.1. Mục đích chiếu xạ 95
4.4.3. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến VSV 98
4.4.4. Yêu cầu đối với thực phẩm chiếu xạ 98
4.4.5. Quy trình chế biến thực phẩm chiếu xạ trong một nhà máy sản xuất 99
4.4.6. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến chất lượng của thực phẩm 99
4.5. Phương pháp cao áp 102
4.5.1. Giới thiệu chung và định nghĩa chế biến cao áp 102
4.5.2. Chu trình và thiết bị xử lý cao áp 103
4.5.3. Yêu cầu về thực phẩm và vật liệu bao gói xử lý HPP 105
4.5.4. Ảnh hưởng của HPP đến VSV và hệ enzym 106
4.5.5. Ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm 109
5.5.6. Ứng dụng của HPP trên các sản phẩm thương mại 110
5.5.7. Ưu điểm và hướng phát triển 112
4.6. Phương pháp siêu âm 113
4.6.1. Khái niệm 113
4.6.2. Phân loại và thiết bị 114
4.6.3. Một số ứng dụng của năng lượng siêu âm trong chế biến thực phẩm 115
4.6.4. Sóng siêu âm trong bảo quản thực phẩm 117
4.7. Phương pháp sinh học 121
4.7.1. Phương pháp lên men 121
4.7.2. Phương pháp bổ sung bacteriosin 122
4.7.3. Phương pháp bổ sung enzyme 125
4.8. Phương pháp dòng điện cao tần 128
4.8.1. Khái niệm 128
4.8.2. Ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật: 129
4.8.3. Ứng dụng trong công tác bảo quản 130
4.8.4. Ưu và nhược điểm 130
4.9. Phương pháp chiếu tia UV 131
4.9.1. Khái niệm 131
4.9.2. Ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật 132

4.9.3. Ứng dụng trong công tác bảo quản....133
4.9.4. Ưu và nhược điểm....133
4.10. Phương pháp plasma lạnh....134
4.10.1. Giới thiệu chung....134
4.10.2. Khái niệm, phân loại và thiết bị....135
4.10.3. Ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật:....137
4.10.4. Ứng dụng trong công tác bảo quản....138
4.10.5. Ưu và nhược điểm....139
4.11. Kỹ thuật rào cản - "hurdle technology"....140
4.11.1. Khái niệm và tính cấp thiết....140
4.11.2. Nguyên tắc và một số sơ đồ bố trí rào cản....141
4.11.3. Ưu điểm của kỹ thuật rào cản....145

CHƯƠNG 1
ĐẠI CƯƠNG VỀ BẢO QUẢN THỰC PHẨM (5 tiết)

1.1. Lịch sử, khái niệm và mục đích của bảo quản thực phẩm

1.1.1. Lịch sử

Ngành bảo quản thực phẩm (BQTP) đã xuất hiện từ rất lâu đời.

Ví dụ:

- Nghiền hạt ngũ cốc thành bột [~10,000 TrCN]
- Kỹ thuật làm bánh từ bột mì [10,000 TrCN]
- Kỹ thuật xông khói, muối và làm khô thịt, cá [~4,000 TrCN]
- Kỹ thuật sản xuất đồ hộp [những năm 1800]
- Kỹ thuật thanh trùng sữa [những năm 1800]
- Kỹ thuật sấy thăng hoa [những năm 1900]
- Bao bì khí quyển điều khiển MAP [những năm 1900]
- Kỹ thuật chiếu xạ thực phẩm[những năm 1900]
- Kỹ thuật bảo quản không dùng nhiệt [2000].

1.1.2. Khái niệm

Có nhiều định nghĩa thế nào là bảo quản thực phẩm

- Là một biện pháp xử lý hoặc quá trình công nghệ với mục đích kéo dài thời hạn sử dụng của một nguyên liệu thực phẩm (TP) so với hạn sử dụng tự nhiên của nó.

- Là một hành động hoặc phương pháp nhằm bảo quản được các thuộc tính, đặc điểm hoặc tính chất tự nhiên của thực phẩm ở mức độ mong muốn càng lâu càng tốt.

- Là việc sử dụng các biện pháp công nghệ đặc hiệu có dùng hoặc không dùng nhiệt nhằm hạn chế sự hư hỏng do vi sinh vật (VSV) và kéo dài thời gian bảo quản.

1.1.3. Mục đích

- Để đảm bảo chất lượng và giá trị dinh dưỡng của TP.
- Để đảm bảo chất lượng TP trong mùa vụ thu hoạch.
- Để ngăn ngừa sự hư hỏng của TP và hạn chế rác thải.

- Để sản xuất ra các sản phẩm giá trị gia tăng.
- Để đáp ứng sự đa dạng trong chế độ ăn uống.

1.2. Phân loại các sản phẩm thực phẩm

Dựa trên thời hạn sử dụng, các sản phẩm TP có thể phân chia thành 3 nhóm như sau:

♦ **Thực phẩm rất dễ hư hỏng:**

Là loại TP hư hỏng rất nhanh nếu bảo quản không tốt. Thông thường nhóm TP này nhất thiết phải bảo quản lạnh.

Ví dụ: Thịt gia súc, gia cầm, thủy sản, trứng, sữa, v.v.

♦ **Thực phẩm dễ hư hỏng:**

Là loại TP không cần phải bảo quản lạnh nhưng vẫn có thời hạn sử dụng nhất định.

Ví dụ: Các loại rau quả, bơ, margarine, dầu thực vật, bánh quy, các loại hạt, hành tây, khoai tây, v.v.

♦ **Thực phẩm không hư hỏng:**

Về mặt kỹ thuật không có TP nào là không hư hỏng, tất cả TP đều bị hư hỏng theo thời gian. Nhưng có một số TP có tốc độ hư hỏng rất chậm nên được có thể gọi là TP không hư hỏng.

Ví dụ: bột mì, gia vị, các loại đồ hộp, các loại hạt, TP khô (mì sợi, mì pasta), v.v.

Bảng 1.1: Phân loại thực phẩm theo thời hạn sử dụng

[*Nguồn: Rahman, M. S., 1999. Handbook of Food Preservation/ Ed. Marcel Dekker/ New York/ pp. 1–9*]

Loại thực phẩm	Phân loại	Thời hạn sử dụng
Thịt, cá, sữa	TP rất dễ hư hỏng	1 – 2 ngày
Các loại rau, quả Thực vật rễ củ (Cà rốt, củ cải, củ dền, khoai tây, hành, tỏi, v.v.)	TP dễ hư hỏng	1 – 2 tuần 3 – 4 tuần
Các loại ngũ cốc, đậu, hạt	TP khó hư hỏng	12 tháng

Đối với các sản phẩm đã qua xử lý bằng các phương pháp bảo quản, dựa trên thời hạn sử dụng được phân loại thành 2 nhóm sản phẩm:

♦ **Thực phẩm bền:** Sản phẩm có thời hạn sử dụng là không giới hạn, kể cả sự tấn công của VSV.

♦ **Thực phẩm không bền:** Sản phẩm có thời hạn sử dụng không quá 6 tháng, kể cả dưới các điều kiện bảo quản thuận lợi, ví dụ như làm lạnh hoặc lạnh đông.

1.3. Nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm

Các nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm có thể phân loại thành các nhóm nguyên nhân: Cơ học, vật lý, hóa học, hóa sinh và sinh vật.

1.3.1. Nguyên nhân cơ học

Quá trình thu hoạch, vận chuyển, chế biến, bảo quản làm cho sản phẩm có thể bị xây xát, giập nát,…đây chính là điều kiện thuận lợi cho sự sâm nhập và phát triển của các loài vi sinh vật và côn trùng gây hao tổn và hư hỏng thực phẩm.

1.3.2. Nguyên nhân vật lý

Sự hư hỏng của thực phẩm còn có sự hỗ trợ của một số các yếu tố của môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, oxy.

Ví dụ:

+ Các loại bột tương đối đầy đủ các chất dinh dưỡng và VSV có thể dễ sử dụng các chất dinh dưỡng này để phát triển. Hơn nữa, bột không có tính chất bảo vệ như hạt nguyên vẹn, do đó chỉ cần nâng nhiệt độ và độ ẩm lên một ít là cũng đủ tạo điều kiện cho VSV phát triển và gây hư hỏng bột.

+ Trong điều kiện độ ẩm không khí dưới 79 % và nhiệt độ dưới 20 ^{0}C: độ ẩm của bột dưới 15 %, thì VSV trong bột sẽ không tăng lên mà dần dần chết đi khi bảo quản bột trong thời gian dài.

+ Nếu độ ẩm không khí tăng lên chỉ 1 - 2 % thì vi khuẩn và nấm mốc sẽ bắt đầu phát triển. Lúc này tùy thuộc vào mức độ nhiễm VSV trong bột mà bột có thể bị những hư hỏng: mốc, tự bốc nóng, chua hoặc ôi.

1.3.3. Nguyên nhân hóa học

Thực phẩm bị hư hỏng do nguyên nhân hóa học có thể do phản ứng giữa các thành phần của thực phẩm với nhau hay giữa các thành phần thực phẩm với môi trường vật lý xung quanh (phản ứng tự oxy hóa, phản ứng của chlorophyll với Cu hoặc Fe làm biến màu thực phẩm, v.v.). Các phản ứng hóa học này, phần lớn làm cho thực phẩm có màu sắc, hương vị giảm đi nhiều.

1.3.4. Nguyên nhân hóa sinh

Trong các loại thực phẩm (thịt, cá, rau quả...) có chứa nhiều loại enzym khác nhau và chính chúng tham gia vào các quá trình phân hủy các chất khi bảo quản. Do đó, để giữ được chất lượng thực phẩm thì cần phải có biện pháp hạn chế hoạt động của enzym có sẵn trong thực phẩm.

1.3.5. Nguyên nhân sinh vật

- Vi sinh vật: + Nấm: nấm mốc và nấm men
  + Vi khuẩn
  + Thể thực khuẩn
  + Động vật nguyên sinh

Vi sinh vật gây hư hỏng thực phẩm bao gồm trước hết là vi khuẩn sau đến nấm mốc và nấm men. Khi xâm nhập vào thực phẩm, thoạt đầu chúng sẽ phát triển về mặt số lượng, trong quá trình đó chúng tạo ra các sản phẩm, làm biến đổi màu sắc, trạng thái, mùi vị của thực phẩm dẫn đến hư hỏng hoặc giảm chất lượng thực phẩm. Các dạng hư hỏng thực phẩm do vi sinh vật thường gặp là: hóa nhầy, lên men chua, lên men thối, mốc xanh hoặc mốc vàng, biến sắc tố, có mùi ôi thiu, v.v.

- Côn trùng và nhện: + Trực tiếp bằng cách ăn uống (phá hoại)
  + Gián tiếp bằng cách lây lan bệnh (ruồi giấm, ruồi)
- Các loài gặm nhấm: + Trực tiếp bằng cách tiêu thụ thực phẩm
  + Gián tiếp bằng cách lây lan bệnh.

1.4. Các nguyên lý bảo quản thực phẩm

Các phương pháp bảo quản thực phẩm đều dựa trên 3 nguyên lý bảo quản: eubiosis, anabiosis và abiosis.

1.4.1. Nguyên lý Eubiosis /Hemibiosis - Nguyên lý duy trì sự sống

Thời gian bảo quản của TP bằng phương pháp này phụ thuộc vào khả năng tự đề kháng bệnh lý và độ bền của từng loại TP khi quá trình sống của chúng vẫn được duy trì bình thường.

Với các phương pháp bảo quản dựa trên nguyên lý này, TP được giữ nguyên trạng thái sống bình thường không cần tác động bất cứ một giải pháp xử lý nào.

1.4.2. Nguyên lý Anabiosis - Nguyên lý hạn chế sự sống

Các phương pháp bảo quản dựa trên nguyên lý này có tác dụng làm chậm, ức chế hoạt động sống của nguyên liệu và VSV, nhờ đó mà làm chậm thời gian hư hỏng, thối rữa của nông sản, thực phẩm.

Đặc điểm chung của các phương pháp này là tạo ra môi trường không thuận lợi cho hoạt động sống của nguyên liệu và VSV, nhờ vậy mà kìm hãm được cường độ của các quá trình sinh hóa xảy ra trong chúng.

Trong thực tế, để ức chế hoạt động sống của nguyên liệu cũng như VSV cần có sự thay đổi một số tính chất vật lý và hóa lý của nguyên liệu.

Ví dụ: Phương pháp loại nước trong nguyên liệu (sấy khô, cô đặc, ướp đường, ướp muối), bảo quản lạnh, lạnh đông, loại bỏ oxy và bảo quản ở khí quyển điều chỉnh, phương pháp lên men, phương pháp thủy phân protein (nước mắm, nước tương, trứng vịt bắc thảo)…

1.4.3. Nguyên lý Abiosis - Nguyên lý đình chỉ sự sống

Đình chỉ sự sống trong nguyên liệu tức là ngăn chặn mọi tác động dẫn đến sự phân giải các thành phần hóa học do các quá trình sinh học xảy ra trong tế bào sống. Khi không còn hoạt động sống (đã chế biến thành sản phẩm), nguyên liệu mất hoàn toàn tính kháng khuẩn và trở thành môi trường phát triển tốt cho VSV.

Trong trường hợp này, muốn giữ cho sản phẩm khỏi bị hư hỏng thì phải tiêu diệt hoàn toàn hoặc ức chế tối đa hoạt động sống của các VSV có trong sản phẩm.

Ví dụ: Phương pháp thanh trùng nhiệt, thanh trùng bằng dòng điện cao tần, thanh trùng hóa học (bằng oxy, bằng hóa chất hay bằng kháng sinh, ion bạc Ag+, xông thuốc), dùng các chế phẩm sinh học, phương pháp lọc vi sinh, phương pháp chiếu xạ, phương pháp siêu âm, v.v.

1.5. Phân loại các phương pháp bảo quản thực phẩm

1.5.1. Theo tiêu chí: truyền thống và hiện đại

- Truyền thống: Phương pháp hiệu chỉnh pH/ Phương pháp hiệu chỉnh hoạt độ của nước/ Phương pháp sử dụng nhiệt /Phương pháp lên men.

- Hiện đại: Phương pháp MAP (Modified Asmosphere Packaging)/ Phương pháp tạo màng bao (coating)/ Phương pháp lọc màng/ Phương pháp chiếu xạ / Phương pháp cao áp/ Phương pháp siêu âm / Phương pháp bảo quản bằng một số chế phẩm sinh học.

1.5.2. Theo tiêu chí: có dùng nhiệt và không dùng nhiệt

- Dùng nhiệt: Làm khô / Thanh/ tiệt trùng/ Chần/nấu, v.v.

- Không dùng nhiệt: Cao áp/ Xung động từ trường/ Xung động điện trường/ Xung động ánh sáng/ Chiếu xạ / Hóa học/ Sinh hóa/ Công nghệ rào cản.

1.5.3. Theo tiêu chí : hạn chế và tiêu diệt vi sinh vật

- Hạn chế: Bảo quản nhiệt độ thấp/ Giảm hoạt độ nước/ Bổ sung axit/ Lên men/ Bổ sung chất bảo quản, chất chống oxy hóa/ Cô đặc/ Bao áo, v.v.

- Tiêu diệt: Thanh, tiệt trùng/ Chiếu xạ/Xung điện/ Cao áp/ Chần, nấu/ Làm khô.

1.5.4. Theo nhóm phương pháp : vật lý, hóa học và sinh học

- Vật lý: Thanh, tiệt trùng/ Làm lạnh, lạnh đông/ Làm khô/ Chiếu xạ, v.v.

- Hóa học: Ướp muối, tẩm ướp/ Hun khói/ Sử dụng chất bảo quản,.v.v.

- Sinh học: Lên men/Sử dụng chất kháng khuẩn có nguồn gốc từ VSV, v.v.

1.6. Cơ sở lựa chọn các phương pháp bảo quản thực phẩm

Trong bảo quản thực phẩm, những điểm quan trọng mà cần phải được xem xét để làm cơ sở lựa chọn phương pháp BQTP phù hợp là:

- Mức độ mong muốn về chất lượng
- Thời hạn bảo quản
- Đối tượng sử dụng/ Yêu cầu của người tiêu dùng
- Đặc tính của nguyên liệu
- Tính kinh tế

CHƯƠNG 2
BIẾN ĐỔI CỦA CÁC HỢP PHẦN THỰC PHẨM TRONG BẢO QUẢN (5 tiết)

2.1. Giới thiệu chung về thành phần hóa học của thực phẩm

Thành phần hóa học của thực phẩm nói chung bao gồm: nước, protein, lipid, carbohydrate , các chất khoáng và một số hợp chất khác: chất màu, chất mùi, enzyme, vitamin, axit tự do, v.v.

Thành phần hóa học của thực phẩm không những ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng mà còn quyết định cả tính chất lý học, hóa học và sinh học của thực phẩm.

2.1.1. Nước và hoạt độ nước

Trong các sản phẩm thực phẩm nước thường ở dưới 2 dạng: nước tự do và nước liên kết.

- Nước tự do là chất lỏng giữa các mixen. Có trong dịch tế bào, hòa tan các chất hữu cơ và vô cơ, tham gia vào quá trình biến đổi sinh hóa, dễ bay hơi khi phơi sấy. Vì vậy, **thực phẩm nào chứa nhiều nước tự do càng dễ hư hỏng, khó bảo quản**.

- Nước liên kết được hấp thụ bền vững trên bề mặt các mixen và thường tồn tại dưới một áp suất đáng kể do trường lực phân tử quyết định, là nước không tách tách ra khỏi thực phẩm, không tham gia vào quá trình sinh hóa và quá trình vi sinh vật nên **loại nước này không gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng và tính bảo quản của thực phẩm**.

Tùy mức độ liên kết, dạng nước này lại chia ra làm 3 loại:

o Nước liên kết hóa học

o Nước liên kết hấp thụ

o Nước liên kết mao quản

Hoạt độ nước (a_w) trước tiên có liên quan đến tổng số nước (hàm ẩm) ở trong sản phẩm. Sản phẩm có hàm ẩm cao thường chứa nhiều nước tự do, do đó có hoạt độ nước cao.

aw không chỉ phụ thuộc vào thành phần hóa học mà còn vào trạng thái vật lý của sản phẩm.

Ví dụ: Protein và tinh bột thường giữ một lượng nước nhiều hơn lipid và các chất kết tinh (các loại đường).

♣**Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến tính chất và biến đổi chất lượng của các sản phẩm thực phẩm.**

Cường độ hư hỏng của dạng sản phẩm này hay sản phẩm khác phụ thuộc một loạt các yếu tố bên trong và bên ngoài mà trước hết là do hoạt độ nước của sản phẩm quyết định.

- Các sản phẩm có hoạt độ nước cao thì các biến đổi sinh hóa chiếm ưu thế. Tuy nhiên, trong sản phẩm có hàm lượng lipid nhiều thì ngay cả khi có a_w cao thì sự oxy hóa vẫn trội hơn.

- Các sản phẩm có a_w thấp và trung bình thì các biến đổi hóa học như sự oxy hóa và sự sậm màu rất thường xảy ra.

2.1.2. Protein

Thức ăn cung cấp protein cho người gồm 2 nhóm lớn: Nguồn thức ăn động vật (thịt, cá, trứng, sữa ...), nguồn thức ăn thực vật (gạo, khoai tây, bánh mì, một số loại rau, đậu, v.v.). Thức ăn nguồn gốc động vật có chứa hàm lượng protein nhiều hơn thức ăn nguồn gốc thực vật trừ một số loại đậu.

Bảng 2.1: Hàm lượng của protein trong một số thực phẩm, %

Loại thực phẩm	Hàm lượng	Loại thực phẩm	Hàm lượng
Thịt lợn nạc	19	Cá diếc	17,7
Thịt gà	20,3 – 22,4	Trứng vịt	13
Thịt bò	18 – 21	Đậu nành	34
Bột mì loại 1	11	Đậu Hà lan	6,5
Cá lóc (quả)	18,2	Sữa đặc có đường	8,1

Nguồn: Thương phẩm hàng thực phẩm, Nguyễn Thị Tuyết

Ngoài giá trị sinh học và giá trị dinh dưỡng, protein cũng đóng vai trò rất quan trọng trong công nghệ sản xuất thực phẩm:

- Protein là chất có khả năng tạo cấu trúc, tạo hình khối, tạo trạng thái cho các sản phẩm thực phẩm. Nhờ khả năng này mới có qui trình công nghệ sản xuất ra các sản phẩm mô phỏng từ các nguyên liệu giàu protein (surimi).

- Protein gián tiếp tạo ra chất lượng cho các thực phẩm. Các acid amin tự do có khả năng tương tác với đường (phản ứng Mailard) khi gia nhiệt để tạo ra được màu vàng nâu cũng như hương thơm đặc trưng của bánh mì (gồm 70 cấu tử thơm).

2.1.3. Lipid

Lipid là hỗn hợp các ester của glycerin và các acid béo. Công thức tổng quát :

$$\begin{array}{l} CH_2COR_1 \\ | \\ CH_2COR_2 \\ | \\ CH_2COR_3 \end{array}$$

Trong đó: R_1 , R_2 , R_3 là gốc của các acid béo

Tùy theo một, hai hay ba nhóm OH của glycerin tạo ester với các acid béo mà ta có mono, di và triglyceride.

Có hai loại: acid béo no (bão hòa) và acid béo chưa no (chưa bão hòa).

Thực phẩm này là nguồn lipid vô cùng quý giá có thể dùng làm thức ăn trực tiếp, có thể là nguyên liệu sản xuất dầu thực vật.

Bảng 2.2: Hàm lượng lipid tổng số trong một số loại thực phẩm, %

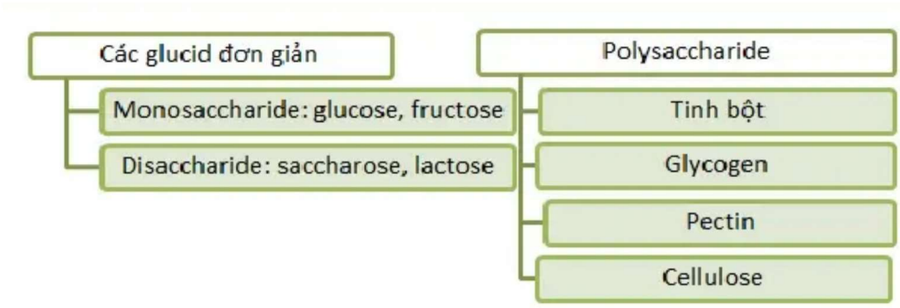
Tên thực phẩm	Lipid tổng số	Tên thực phẩm	Lipid tổng số
Gạo nếp – gạo tẻ	2,0 – 1,5	Cơm dừa	62,9 – 74,0
Khoai lang – khoai tây	0,3 – 0,1	Hướng dương	64,3 – 66,5
Đậu hà lan - Đậu xanh	1,3 – 1,0	Thầu dầu	66,0 – 68,2
Gấc	7,9	Thịt bò	3,8
Đậu nành	23,5	Thịt heo	21,5
Đậu phộng	40,2 – 60,7	Thịt gà	7,5

Nguồn: Dinh dưỡng người, Lê Doãn Diên

Các chỉ số cơ bản phản ánh tính chất của dầu mỡ là:

- Nhiệt độ nóng chảy
- Chỉ số hóa học của dầu mỡ: chỉ số acid, chỉ số xà phòng và chỉ số iode.

2.1.4. Carbohydrate



Glucid trong công nghệ sản xuất thực phẩm có vai trò rất đa dạng và vô cùng quan trọng:

- Glucid là chất liệu cơ bản, cần thiết không thể thiếu được của ngành sản xuất lên men. Các sản phẩm như rượu, bia, nước giải khát, mì chính, acid amin vitamin, kháng sinh đều được tân tạo ra từ cội nguồn glucid.

- Glucid tạo ra được cấu trúc, hình thù, trạng thái cũng như chất lượng cho các sản phẩm thực phẩm: tạo kết cấu và tạo chất lượng

2.1.5. Khoáng chất

Tồn tại ở dạng tự do, dạng ion, dạng kết hợp: với thành phần vô cơ và với các thành phần hữu cơ như protein, photphatid, v.v.

Các nguyên tố khoáng rất phong phú trong các loại thức ăn, tuy nhiên sự phân phối trong các thực phẩm thường không giống nhau.

Các thực phẩm trong đó có các cation như K+, Na+ , Ca+ , Mg+ … chiếm ưu thế được coi là **thực phẩm nguồn các yếu tố kiềm**. Thường phần lớn các thức ăn thực vật như rau lá, rau củ, quả tươi và cả sữa … đều thuộc loại này.

Ngược lại các loại thực phẩm có các anion như S^{2-}, P^{5-} …chiếm ưu thế dẫn đến quá trình acid của cơ thể sau quá trình chuyển hóa được gọi là **thực phẩm nguồn các yếu tố acid**. Thuộc loại này gồm có thịt, cá, trứng , đậu , ngũ cốc.

2.1.6. Vitamin

Vitamin được chia thành hai nhóm:

- Vitamin tan trong chất béo (gồm các vitamin A, D, E và K).
- Vitamin tan trong nước (gồm các vitamin nhóm B và vitamin C).

Vitamin phần lớn không được tổng hợp trong cơ thể mà vào cơ thể theo các thức ăn nguồn gốc động vật và thực vật.

Khi vào cơ thể nhiều vitamin nhóm B tham gia vào thành phần các enzyme của các tổ chức và tế bào dưới dạng coenzyme. Các coenzyme tích cực tham gia vào nhiều phản ứng sinh hóa phức tạp để chuyển hóa các chất dinh dưỡng ở mức độ tế bào và phân tử.

Trong nhóm các vitamin thì có 2 vitamin (E và C) đáng chú ý vì được xem là chất chống oxy hóa tự nhiên và thường được dùng để BQTP.

♣**Vitamin E (Tocopherol)**

Vitamin E có nhiều trong dầu mầm của hạt hoà thảo (mầm lúa, ngô), trong dầu một số hạt có dầu (đậu phộng, đậu nành, mè, hướng dương) hoặc ở một số quả. Ở động vật, vitamin E có trong mỡ bò, mỡ cá nhưng hàm lượng thấp hơn nhiều so với dầu thực vật.

Tocopherol khá bền đối với nhiệt: nó có thể chịu được tới 170 º C. Tuy nhiên tia tử ngoại sẽ phá huỷ nhanh tocopherol.

Do tính chất chống oxy hóa mạnh của vitamin E nên trong kỹ nghệ dầu mỡ, vitamin E được dùng làm chất bảo vệ lipid khỏi bị oxy hóa và tránh hiện tượng ôi mỡ.

♣**Vitamin C (Acid ascorbic)**

Vitamin C có nhiều trong các loại rau quả như cam, chanh, dâu, dưa chuột, ớt, cà chua, rau cải, hành … còn trong các loại hạt ngũ cốc hoặc trong trứng, thịt hầu như không có vitamin C. Bình thường lượng vitamin C giảm dần từ phía vỏ ngoài vào bên trong ruột của quả. Khi bảo quản rau quả ở nhiệt độ thấp vẫn có thể xảy ra sự oxy hóa trực tiếp vitamin C bởi oxy của không khí.

Trong thực phẩm có các chất ổn định vitamin C như protein trứng, thịt, gan, tinh bột, muối ăn …

Dựa vào tính chất chống oxy hóa của vitamin C, người ta thường thêm nó vào dịch quả để ngăn cản quá trình sẫm màu. Tính chất chống oxy hóa của vitamin C còn được sử dụng để bảo vệ tocopherol và cả vitamin A ở thịt khi bảo quản, vì vitamin C là nguồn dự trữ hydro, nó có thể nhường hydro trực tiếp cho các peroxyde.

- Do tính chất không bền của vitamin C nên mọi quá trình bảo quản và chế biến rau quả đều phải được xem xét cẩn thận để giữ được lượng vitamin C cao nhất trong các sản phẩm đã chế biến.

2.1.7. Hợp chất mùi

♣ Trái cây:

- Hợp chất mùi tồn tại ở dạng tinh dầu ở dạng các hợp chất carbonyl (aldehyde, keton), alcohol, este, hydrocarbons và các dẫn xuất của nó.

- Hydrocarbon cấu tạo nên các hợp chất mùi hoặc các tiền đề sesqui/, poly/ và terpenes, có nhiều trong trái cây họ citrus (cam, bưởi, quýt).

- Carbonyl và este được tạo thành trong quá trình chín (chủ yếu do quá trình hô hấp nội phân tử) đối với hạt và quả mọng. Thông thường vỏ quả rất giàu các hợp chất mùi.

- Mùi thứ cấp (secondary aroma) là sản phẩm của quá trình tự oxy hóa các axit béo tự do trong cơ thịt quả (bị hư hỏng cơ học) dưới tác dụng của lipoxygenase tạo hexanal, cis-3-hexanal và trans-2-hexanal gây mùi sống (raw) và mùi ngái cỏ (grassy).

- Các hợp chất mùi của nước ép rất dễ bay hơi khi tác dụng nhiệt và dễ bị phân hủy bởi các ảnh hưởng hóa học nên trong thực tế để khắc phục mất mùi ở nước ép người ta có thể dùng hệ thống cô đặc hiện đại để bẫy hơi thoát ra, sau đó đưa nó trở lại sản phẩm cuối dưới dạng tinh dầu.

♣ Rau:

Các loại rau có mùi đậm đặc biệt (hành, bắp cải) do các hợp chất hữu cơ chứa sulphur (50 mg - 20g/kg).

♣ Thịt:

Đặc biệt thịt nấu chín thì hợp chất 2,3,4-trimethyl-3-oxazoline $C_6H_{11}NO$ và 3,5-dimethyl-1,2,4-trithiolane $C_4H_8S_3$ gây mùi đặc trưng.

Đặc biết khi nấu: HS và 1 số hợp chất mùi khó chịu khác hình thành.

Các sản phẩm gây mùi đặc trưng: 4hydroxy-5-methyl-furanone và 4hydroxy-2,5-dimethylfuranone có thể được hình thành trong các phản ứng được khởi động bởi các tương tác của phản ứng Mailard.

♣ Cá và các loại thủy sản:

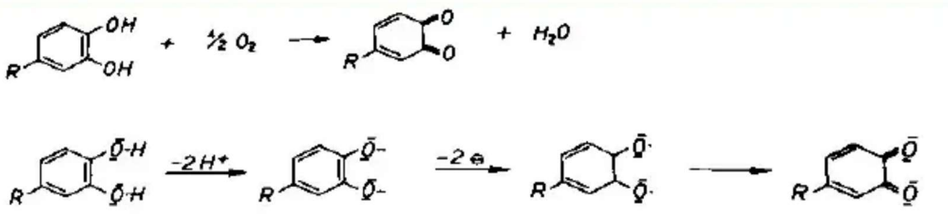
Hợp chất gây mùi đặc trưng là trimethylamine C_3H_9N (TMA), sau khi bị xẻ thịt dễ bị biến đổi thành trimethylamine oxid (TMAO) gây mùi khó chịu đặc trưng.

2.2. Các biến đổi do oxy xúc tác

2.2.1. Các hợp chất phenol

Các hợp chất mono- và polyphenol có trong các mô tế bào thực vật dễ bị oxy hóa (có oxy và không có oxy) gây mất màu nguyên liệu: trái cây, nấm, khoai tây, v.v.

Dihydroxybenzene (catechol)→ 0-quinone (màu nâu, dễ polyme hóa và rất dễ tham gia phản ứng).

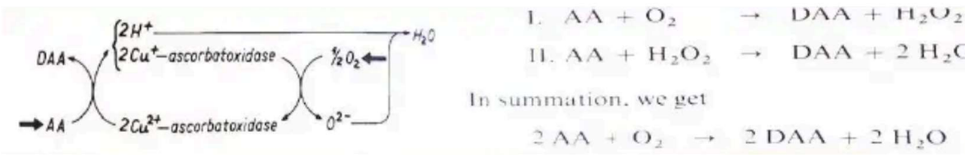


2.2.2. Axit ascorbic

L- Ascorbic axit (vitamin C) dễ dàng tham gia phản ứng tự oxy hóa với xúc tác của enzym ascorbatoxidase tạo dehydro –L-Ascorbic axit và nước theo sơ đồ phản ứng sau:

L-ascorbic acid ⇔ dehydro- L-ascorbic acid (2,3 diketogulonic acid)

$$AA + 1/2O_2 \rightarrow DAA + H_2O$$

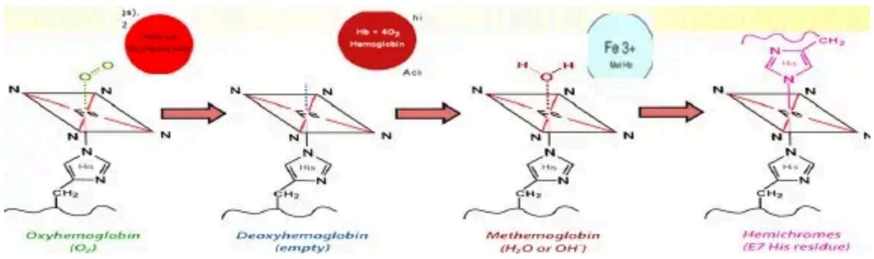


2.2.3. Mioglobin và và hemoglobin

$$2\ Fe^{2+} + 1/2O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe^{3+}$$

(Haem) *(Haematin)*

Thay đổi màu sắc: từ đỏ (Mb, Hb, Mb-O2, Hb-O2) thành xám nâu của met-Mb hoặc met-Hb

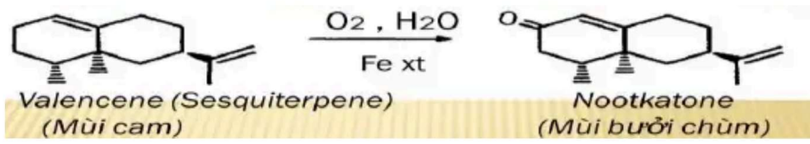


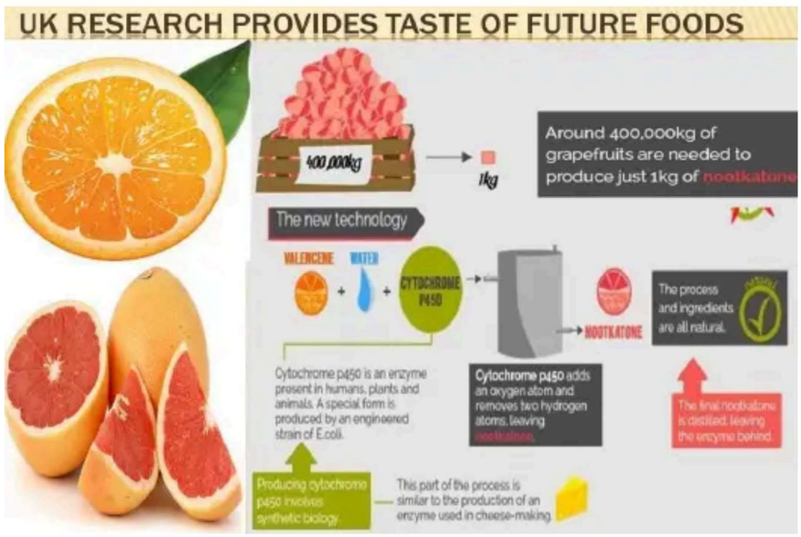
Hạn chế: Bổ sung hợp chất có chứa nhóm SH^- hoặc axit ascorbic (hoặc muối của nó) để tạo myoglobin: kali sorbate 2,5 %, natri lactate 2,5 %, soddium triphosphate 3 %, axit ascorbic 0,5 %. Dùng khay xốp PSS và màng bao PVC (ở 2 ºC, 15 ngày)).

$$AA + 2\ Fe^{3+} + ½\ O_2 \rightarrow DAA + 2\ Fe^{2+} + H_2O$$

Tăng tốc: $2\ Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow 2\ Fe^{3+}$

2.2.4. Các hợp chất mùi





2.2.5. Các phương pháp chống lại sự oxy hóa

❖ Loại không khí ra khỏi thực phẩm mà không dùng nhiệt: bao gói, ngâm chống oxy hóa –antioxidative steeping (các loại quả có vỏ cứng như táo, lê, anh đào trong NaCl 2 %), hút chân không, pp hóa học đối với đồ hộp (bổ sung chất xúc tác thích hợp để oxy tham gian phản ứng kết hợp → chỉ áp dụng để loại bỏ một lượng nhỏ oxy còn sót lại trong hộp sau khi đã bài khí bằng các phương pháp khác).

❖ Xử lý nhiệt: chần, tiệt trùng, làm lạnh đông.

❖ Bổ sung chất chống oxy hóa

❖ Các phương pháp khác: lọc vi sinh, siêu âm, chiếu xạ, loại nước.

2.3. Các biến đổi do sự có mặt của kim loại

Nguyên nhân: - Dư lượng của các chất bảo quản thực vật.

- Nước sản xuất hoặc các dụng cụ và thiết bị chế biến không phù hợp.

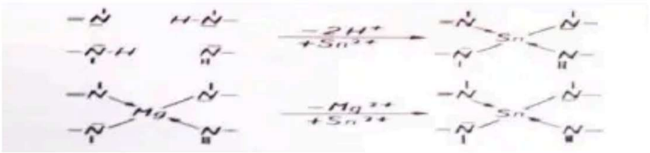
Dù xuất hiện với lượng rất nhỏ, thậm chí là nội sinh vẫn gây ra những biến đổi nghiêm trọng các tính chất của thực phẩm.

Ở giáo trình này tìm hiểu kỹ hơn về các ảnh hưởng do sự có mặt của kim loại trong đồ hộp từ rau quả.

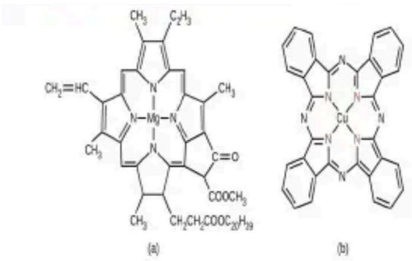
2.3.1. Các phản ứng khi có mặt thiếc, đồng, sắt

2.3.1.1. Thiếc

Nếu đồ hộp chứa trong hộp tráng thiết nhưng không bài khí tốt thì Sn^{2+} thay thế Mg^{2+}trong chlorophyll và H trong phaeophytin gây màu nâu xám cho rau.



2.3.1.2. Đồng

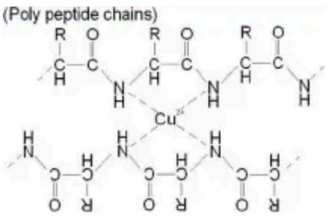


Cu^{2+} thay thế Mg^{2+} trong chlorophyll tạo sản phẩm có màu xanh đậm - đặc biệt bền – thường dùng để ổn định màu xanh của rau → tuy tốt nhưng không tự nhiên và tốt cho sức khỏe:

$2\ Cu^{2+} \rightarrow 2\ Cu^{+} + 2H^{+}$

Hàm lượng Cu cao trong rau quả gây vị đắng và có tính độc.

Trong nước ép quả có mặt Cu ở nồng độ > 2 mg/l ưu tiên tạo muối sulphide (CuS và Cu_2S) gây đặc: + Cu_2S - nâu đỏ - rượu được lên men từ quả đã được xông lưu huỳnh.



+ CuS – nâu đen.

Cu tạo phức với protein (dư) có mùi giống mùi gỗ đốt.

2.3.1.3. Sắt

Fe^{2+} kết hợp với Mg^{2+} trong chlorophyll gây màu nâu nhạt (mất màu) cho rau khi đồ hộp chưa được bài khí hết.

Fe^{3+} trong các quả có màu xanh đen và Fe^{2+} trong các quả có màu xanh đậm tác dụng với tannin (các hợp chất di-, polyphenol và các flavonoid).

Một số anthocyanin (cyanidn-3-galactoside và delphinin) bị chuyển màu xanh da trời (blue) bởi cả Fe và thiết. Trong trường hợp chứa thiết thì các phức Fe - anthocyanin (xanh và đỏ) sẽ dẫn đến hiện tượng đặc hoặc đông dịch ép.

Màu đỏ của củ dền đỏ sẽ bị chuyển thành màu nâu nhạt nếu Fe 8mg/100g (bền màu nếu pH 5 trong khoảng 60 ngày.)

Đồ hộp giàu protein có hiện tượng biến đen do FeS tác dụng với cystein. Nếu cystein bị oxy hóa thành cystine thì sẽ ko có hiện tượng trên. Ngoài ra nếu có hơn 5 mg Fe/kg sẽ gây mùi kim loại cho đồ hộp.

2.3.1.4. Các phản ứng khi có mặt nhôm

Hình thức xuất hiện: - Khi chứa nước ép trái cây và rượu nho trong các thùng chứa hoặc chế biến bởi các dụng cụ có chứa Al trong thời gian dài.

- Các phương pháp xử lý nguyên liệu với hóa chất chứa Al như bentonit.

Các phản ứng khi có mặt ở nồng độ cao:

- Gây hiện tượng mất màu, đặc hoặc thay đổi mùi vị thậm chí gây mùi vị khó chịu.
- Tạo cấu trúc đặc cho sự phân tán theo lớp của $Al(OH)_3$.
- Mùi kim loại khi Al hòa tan có mặt với nồng độ cao trong nước ép và rượu.
- Mùi khó chịu khi có mặt thêm H_2SO_3 do tạo thành H_2S.
- Tùy điều kiện Al có thể giảm hàm lượng anthocyanin và tạo thành phức Al-anthocyanin màu trắng hoặc không màu.

* Các biến đổi trên chỉ xảy ra khi nồng độ Al trong nước ép vượt quá 10mg/l (thông thường chỉ 1 mg/l).

2.3.1.5. Các phản ứng khi có mặt canxi

Hình thức xuất hiện: - Chất khoáng có mặt tự nhiên trong nước

- Các chất bổ sung trong quá trình bảo quản và chế biến.

Các phản ứng khi có mặt ở nồng độ cao:

- Phản ứng với protein gây hiện tượng tối màu nước ép và siro
- Phản ứng với pectin gây tối màu, làm đặc hoặc tạo cấu trúc dai (jelly) không mong muốn của một số loại trái cây khi nấu với nước quá cứng (nước chưa xử lý).
- Được bổ sung ở dạng muối Ca với axit hữu cơ yếu để dễ làm mềm nguyên liệu– có lợi→ thường dùng khi chế biến siro.

- Nếu sự bổ sung Ca làm tăng pH của môi trường thì có thể thúc đẩy các phản ứng oxy hóa axit L- ascobic do enzym xúc tác.

2.4. Các biến đổi do vi sinh vật

Thực phẩm là môi trường rất giàu dinh dưỡng, những giá trị dinh dưỡng này cần cho cơ thể người bao nhiêu thì cũng thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của VSV bấy nhiêu, bởi vậy thực phẩm rất dễ bị nhiễm VSV.

Nếu có điều kiện bên trong và bên ngoài thích hợp, VSV sẽ sinh trưởng nhanh chóng, biến những thực phẩm bổ dưỡng và ngon miệng trở nên có vị chua, có mùi hôi hay được bao phủ bởi nấm. Sự sinh trưởng của VSV trên thực phẩm có thể dẫn tới sự thay đổi dễ nhìn thấy bởi các màu sắc phong phú do VSV tạo ra. Một trong những thông báo nổi tiếng về chuyện này đã được công bố từ năm 1263. Năm 1870, Bartolomeo Bizio miêu tả loại vi khuẩn là tác nhân của hiện tượng tạo màu này. Đó là vi khuẩn *Serratia marcescens.*

Những biến đổi do VSV gây ra trên thực phẩm gồm:

1. Thay đổi màu sắc

Ví dụ: + Lên mốc: do sự phát triển trên bề mặt thực phẩm một lượng nhỏ hoặc một quần thể các loại mốc khác nhau bao gồm *Penicillium, Aspergiluss, Cladosporium* và *Mucor*. Giai đoạn đầu có dạng sợi màu hơi trắng, sau đó có dạng mảng màu xanh xám, xám hoặc vàng cam. Một số loại nấm có mùi đặc trưng. Lên mốc phát triển nhanh trên thực phẩm ẩm hoặc thực phẩm được bảo quản trong không khí ẩm và không tuần hoàn.

+ Hiện tượng biến đỏ do *Serratia marcescens* trên thực phẩm không có tính axit, cá ngâm dầu do *Seratia piscatorum*. Biến xanh trên thịt do *Pseudomonas syncyanea*. Biến vàng do *Micrococcus luteus.*

2. Gây thối rữa, tạo mùi vị khó chịu.

Ví dụ: Sự phân giải hoàn toàn protein do vi khuẩn trong điều kiện hiếu khí →gây thay đổi mùi vị và gây độc cho người sử dụng. Có thể tóm tắt quá trình biến đổi thành phần protein như sau: trong điều kiện có không khí, các sản phẩm trung gian có thể bị vô cơ hóa hoàn toàn dẫn đến sự tạo thành NH_3, CO_2, H_2O, H_2S, các muối của axit

photphoric. Nếu không có không khí thì bên cạnh NH_3 và CO_2 còn có các axit hữu cơ, rượu, các amin và nhiều hợp chất hữu cơ khác. Các hợp chất hữu cơ này là nguồn gốc của những mùi vị khó chịu và rất có khả năng gây độc.

3. Tạo ra các sản phẩm gây độc cho người sử dụng.

Ví dụ: Các tác nhân gây ung thư từ nấm bao gồm các aflatoxin và các fumonisin. Aflatoxin được tạo ra ở hầu hết các sản phẩm quả và hạt ẩm ướt thông thường. Aflatoxin được phát hiện vào năm 1960, khi 100,000 con gà tây chết do ăn phải bột xay lạc (đậu phộng) bị nhiễm độc bởi nấm *Aspergillus flavus*. Không chỉ có trong ngũ cốc, chúng còn được tìm thấy ở bia, coca, nho khô, và đậu tương xay khô.

2.4.1. Đối với các thực phẩm giàu protein

Dạng thường gặp nhất là bị **thối** và **ôi thiu** do vi khuẩn. Các vi khuẩn gây ôi thiu được chia làm hai loại:

+ Loại vi khuẩn có khả năng tiết ra nhiều enzym hỗn hợp, có thể phân hủy được tất cả các thành phần protein, carbohydrate, lipit có trong TP.

+ Và loại vi khuẩn chỉ có khả năng tiết ra một hoặc vài loại enzym riêng lẻ, do vậy chỉ phân hủy được một thành phần nhất định có trong TP.

Quá trình hư hỏng TP luôn bắt đầu từ bề mặt sau đó mới đi dần vào bên trong. Thường trong giai đoạn đầu, các vi khuẩn chứa enzym hỗn hợp sẽ nhân lên trước và hoạt động mạnh mẽ để khai phá nguyên liệu, sau đó đến lượt các vi khuẩn chứa enzym đơn tiến hành phân hủy TP một cách mạnh mẽ và triệt để. Cùng với các enzym do VSV tiết ra, thì đồng thời những enzym có sẵn trong bản thân khối TP cũng bị kích hoạt và tham gia vào các phản ứng phân hủy làm tăng tốc độ hư hỏng của TP.

Ví dụ: Khi sữa không được tiệt trùng, quá trình làm hỏng sữa sẽ trải qua 4 bước:

1. Sự sản xuất ra acid bởi *Lactococcus lactis, subsp.lactis* có liên quan đến sự sinh trưởng của VSV chịu được acid.

2. Nấm men và nấm sợi do có khả năng phân giải các acid lactic tích tụ làm cho lượng acid giảm đi.
3. Cuối cùng, các vi khuẩn phân giải protein bắt đầu hoạt động, dẫn tới phá hủy mùi vị thực phẩm.
4. Sữa ban đầu mờ đục, cuối cùng có thể trở nên trong suốt.

2.4.2. Đối với các thực phẩm giàu carbohydrate

Dạng hư hỏng chủ yếu là **lên men chua** hoặc **lên mốc**. Đối với các thực phẩm mà tỉ lệ carbohydrate và tỉ lệ protein xấp xỉ thì tùy điều kiện bảo quản mà bị hư hỏng theo hướng ôi thiu hoặc chua hoặc mốc.

Một số dạng lên men xảy ra trong điều kiện kị khí (lên men rượu, lên men axit butiric, lên men axeton-butiric, lên men lactic, v.v.) một số khác trong điều kiện hiếu khí (lên men axetic, lên men xitric, lên men oxalic và các quá trình mang tính chất oxy hóa khác).

2.4.3. Đối với các thực phẩm giàu lipit

Dạng hư hỏng chủ yếu là các quá trình **ôi hóa** do VSV. Dựa vào cơ chế phản ứng thì có thể phân ra ôi hóa do thủy phân và ôi hóa do oxy hóa.

2.4.3.1. Ôi hóa do phản ứng thủy phân

Phản ứng thủy phân lipit xảy ra khi có enzym cũng như khi không có enzym xúc tác. Phản ứng xảy ra trên bề mặt tiếp xúc giữa lipit và nước. Khi có enzym thì phản ứng xảy ra ở mặt tiếp xúc giữa nước và lipit tăng lên. Enzym lipaza này hoặc có sẵn trong nguyên liệu, nhưng cũng có thể do VSV ở ngoài mang vào.

Khi xảy ra phản ứng thủy phân, lipit bị phân giải thành glixerin và axit béo và các sản phẩm khác, đặc biệt trong đó axit butyric bị thủy phân ra làm cho thực phẩm có mùi thối khó chịu.

2.4.3.2. Ôi hóa do phản ứng oxy hóa khử

Đây là hiện tượng ôi hóa phổ biến khi bảo quản lipit. Gồm: ôi hóa hóa học và ôi hóa sinh học.

Ôi hóa hóa học là quá trình tự oxy hóa.

Ôi hóa sinh học bao gồm sự ôi hóa do enzym lipoxygenase và sự ôi hóa xeton. Kiểu ôi hóa thứ hai này thường đặc trưng đối với lipit có chứa axit béo no với phân tử lượng trung bình và thấp, khi có hàm ẩm đáng kể. Khi đó, axit béo bị β-oxy hóa và decarboxyl hóa, kết quả sẽ là tích tụ các alkylmetylxeton có mùi khó chịu.

Khi lipit bị ôi hóa, thường bị mất hoạt tính vitamin. Vì lẽ, khi đó các axit béo không no cao phân tử cũng như các vitamin đều bị phá hủy bởi các phẩm vật oxy tích tụ trong lipit.

Đồng thời, các sản phẩm oxy hóa của lipit thường làm vô hoạt enzym và đặc biệt làm giảm hoạt độ của các enzym suxinoxydase, xitocromoxydase và colinoxydase.

Bên cạnh việc làm hư hỏng, biến tính thực phẩm, nhiều VSV gây hư hỏng thực phẩm còn là **tác nhân gây bệnh cho người** như: vi khuẩn gây bệnh tả, vi khuẩn gây bệnh thương hàn, vi khuẩn gây bệnh lỵ trực trùng, vi khuẩn gây viêm dạ dày và viêm ruột,... Chúng ta cần nhớ rằng, tất cả các bệnh nhiễm khuẩn do lây từ thực phẩm đều là những bệnh lây truyền mạnh. Do đó, tất cả thực phẩm bị ô nhiễm đều sẽ trở thành một nguồn truyền bệnh đáng sợ, là nguyên nhân gây ra nhiều dịch hại làm thiệt hại lớn về kinh tế và hao tổn sức khỏe của cộng đồng.

Ví dụ: Hiện tượng thịt bị chua: Do sự bảo quản thịt lâu mà không làm lạnh nên vi khuẩn lactic hoạt động tạo ra các axit: butyric, axetic, formic gây chua, làm thịt mất giá trị dinh dưỡng, thịt có màu xám và có mùi khó chịu. Khi thịt bị chua, nấm mốc sẽ phát triển mạnh và làm tăng độ pH, tạo điều kiện thuận lợi cho các VSV gây thối rữa phát triển.

2.4.4. Ảnh hưởng của vsv trên nguyên liệu thô đến quá trình bảo quản

2.4.4.1. Nguyên liệu rau quả

Một lượng lớn VSV tồn tại trong rau quả trong quá trình trồng trọt. Lượng VSV này bao gồm vi khuẩn và nấm của thực vật hoại sinh và ký sinh trên cây; vi khuẩn và virus gây bệnh cho con người.

Rau là vật chủ tốt hơn cho vi khuẩn, ngược lại quả lại là vật chủ yêu thích của nấm men và nấm mốc. Quả có hàm lượng phytoncide cao thì khả năng bảo quản tốt hơn. Quả

có lớp vỏ cứng bảo quản tốt hơn quả mềm. Bảo quản ở nhiệt độ cao làm tăng tốc mức độ sinh sản của VSV.

2.4.4.2. Nguyên liệu thịt

Thông thường sẽ không có VSV trong cơ thịt và máu của động vật khỏe mạnh.

Thịt bị nhiễm VSV sau khi bị giết: nhiễm khuẩn bề mặt và sự thâm nhập của không khí nhiễm khuẩn thông qua huyết quản. Mức độ nhiễm khuẩn phụ thuộc vào mức độ sạch của quá trình giết mổ và vận chuyển.

VSV yếm khí đóng vai trò chủ yếu sâu bên trong thịt sau giết mổ vì VSV hiếu khí và hiếu khí có điều kiện sinh sản tốt trên bề mặt thịt nhưng xâm nhập vào sâu bên trong thịt thì khá chậm.

Tốc độ xâm nhập của VSV không giống nhau.

Ví dụ: Dưới các điều kiện đặc biệt vi khuẩn gây thương hàn xâm nhập vào độ sâu 14 cm thì *Enterbacter aerogenenes* và *Serratia marcescens* chỉ mới vào sâu khoảng 4 – 5 cm.

2.4.4.3. Nguyên liệu máu động vật

Mức độ nhiễm khuẩn và khả năng sinh sản của VSV trong môi trường máu dễ dàng hơn nhiều so với trên thịt vì máu là môi trường dinh dưỡng tuyệt vời cho VSV.

Trong thực tế không thể nào vô trùng được máu ở nơi giết mổ nên cách để hạn chế là sự vệ sinh trong suốt quá trình thu mua và bảo quản cần phải được theo dõi thật sát sao.

2.4.4.4. Nguyên liệu trứng gia cầm

Trứng từ gia cầm khỏe mạnh thì không có vi khuẩn, tuy nhiên từ gia cầm bệnh thì có thể chứa cả vi khuẩn và chất độc của nó.

Trứng dễ bị vi khuẩn và nấm mốc xâm nhập qua lớp vỏ.

Enterobacteria (salmonellae) là loại vi khuẩn nguy hiểm trong trứng vịt, mức độ nhiễm *salmonellae* của trứng vịt tăng lên nếu vịt được nuôi trong vùng nước nhiễm bẩn.

Kết luận:

Tất cả các kỹ thuật và công đoạn bảo quản chỉ để bảo vệ nguyên liệu tươi chống lại sự thối rữa chứ không thể biến nguyên liệu bẩn (nhiễm khuẩn, hư hỏng) thành thực phẩm an toàn cho sức khỏe người tiêu dùng.

Trước chế biến, nguyên liệu không thể nhiễm (free) các loại vi khuẩn gây bệnh và chất độc của nó vì có thể tồn tại qua các công đoạn chế biến và gây hại cho sức khỏe con người. Điều này áp dụng với cả sản phẩm đồ hộp.

Tuy nhiên trong thực tế để đạt trạng thái vô trùng cho nguyên liệu là rất khó khăn vì khả năng dễ nhiễm khuẩn của nguyên liệu.

Số lượng VSV hạn chế trong nguyên liệu thực và động vật là 104 - 106 microbe/1 g nguyên liệu.

CHƯƠNG 3
PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN THỰC PHẨM TRUYỀN THỐNG (10 tiết)

3.1. Phương pháp hiệu chỉnh pH

3.1.1. Ảnh hưởng của pH đến thực phẩm và VSV

pH là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự tăng trưởng của vi sinh vật trong thực phẩm bởi vì nó ảnh hưởng đến:

+ Chuyển hóa năng lượng của VSV liên quan đến sự tích tụ của gradient ion H +qua màng.

+ Hoạt tính của hệ enzym của VSV.

+ Tính ổn định (stability) của các đại phân tử của tế bào.

Hơn nữa, độ pH cũng ảnh hưởng đến cảm quan của nhiều thực phẩm. pH không chỉ ảnh hưởng đến mùi vị, mà còn đến cấu trúc của thực phẩm.

Ví dụ, làm giảm độ pH gây đông casein sữa và protein thịt, thay đổi độ tan của pectin, và làm bất hoạt amylase trong bột lúa mạch đen.

Độ pH của một thực phẩm chủ yếu được xác định bởi nhóm carboxyl và amin tự do trong hợp chất có trọng lượng phân tử thấp, và đại phân tử trong tế bào (protein, axit nucleic, polysaccharides).

Nó có thể được kiểm soát bởi sự lựa chọn của nguyên liệu (ví dụ, giống cây trồng, các mô động vật) và bởi sự bổ sung hoặc sự hình thành các hợp chất có tính axit hoặc kiềm.

Tăng trưởng của vi sinh vật có thể bị ức chế bởi pH thấp hoặc cao.

Tuy nhiên, chỉ có vài mặt hàng thực phẩm (trứng) vẫn còn ăn được ở pH > 9.0, độ pH tối đa vẫn cho phép tăng trưởng của một loạt các vi sinh vật.

Do đó, các axit hữu cơ là quan trọng nhất trong bảo quản thực phẩm. Tác dụng của axit hữu cơ trên vi sinh vật trong thực phẩm phụ thuộc vào hằng số phân ly và khả năng xâm nhập vào màng tế bào chất.

Một số axit hữu cơ hoạt động hầu như chỉ bằng cơ chế thứ hai, và, theo đó, được phân loại là `chất bảo quản" trong luật thực phẩm. Điều này áp dụng cho axit sorbic, benzoic và axit propionic.

3.1.2. Phân loại và cơ chế kiểm soát pH của VSV

Bảng 3.1: Phân loại nhóm VSV dựa vào pH tối ưu

Nhóm VSV	pH tối ưu	Ví dụ
Ưa acid (Acidophile)	pH 0 - 5,5	*Sulfolobus, Picrofilus, Ferroplasma, Acontium, Cyanidum caldarium*.
Ưa trung tính(Neutrophile)	pH 5,5 - 8,0	*Escherichia, Euglena, Paramecium*
Ưa kiềm (Alkalophile)	pH 8,5 - 11,5	*Bacillus alcalophilus, Natronobacterium*

VSV có thể tồn tại ở pH thấp khi có thể tự điều chỉnh pH trong tế bào ở trạng thái cân bằng theo 2 cách:

1. Cân bằng pH nội môi thụ động: màng tế bào, tăng khả năng đệm
2. Cân bằng pH nội môi chủ động: tự đào thải các acid.

Khả năng chịu pH của một số VSV:

- ❑ Nhóm 1: VSV sinh trưởng ở pH dưới 3 (nấm men, nấm mốc)
- ❑ Nhóm 2: pH 3 - 4 (vi khuẩn acetic, *Oenococcus, Lactobacillus*)
- ❑ Nhóm 3: Không sinh trưởng được ở pH < 4 (*Lactococcus*)
- ❑ Nhóm 4: pH 4,5 hoặc 5: Phần lớn vi khuẩn gây hỏng thực phẩm hoặc gây bệnh.
- ❑ Nhóm 5: ngừng phát triển ở pH 6: Các VSV rất nhạy cảm với pH (*Shewanella putrefacien*).

3.1.3. Các phương pháp hiệu chỉnh pH

Có 2 phương pháp:

LÊN MEN: Lợi dụng hoạt động của vsv lên men tạo thành axit lactic và acetic làm thay đổi pH môi trường ức chế sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng thực phẩm và kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm trong các sản phẩm như : phô mai, sữa chua, thịt, cá lên men, rau củ muối chua và đồ uống có cồn**.**

BỔ SUNG AXIT: gồm axit hữu cơ (axit acetic, citric, lactic), axit vô cơ và "chất bảo quản" (axit ascorbic, benzoic, sorbic) .

3.1.3.1. Phương pháp lên men

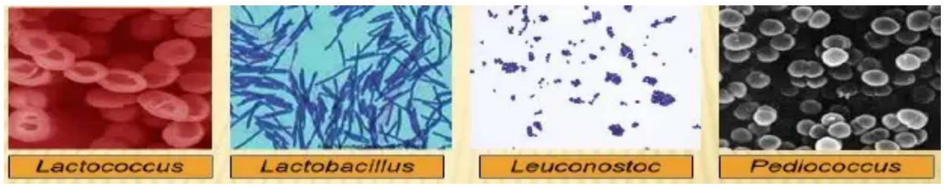
Trong quá trình lên men, carbohydrate và chất dinh dưỡng khác bị oxy hoá không hoàn toàn trong sự vắng mặt của một chất nhận điện tử bên ngoài.

Các nguyên tắc cơ bản là tất cả các điện tử loại bỏ từ một nguồn carbon lên men trong quá trình oxy hóa của nó để giải phóng năng lượng phải được tiêu thụ bởi các giảm một chất chuyển hóa carbon dẫn đến sự hình thành của một sản phẩm lên men.

Các axit tạo ra bằng cách lên men đóng một vai trò quan trọng trong việc bảo quản thực phẩm.

Vi khuẩn sinh acid lactic (LAB) là một nhóm vi khuẩn đa dạng có sản phẩm trao đổi chất cuối cùng là acid lactic. Trong quá trình lên men các vi khu ẩn này tiết ra acid lactic và acid acetic làm acid hóa môi trường góp phần kìm hãm và tiêu diệt vi khuẩn gây hư hỏng thực phẩm.

Ngoài ra các vi khuẩn sinh lactic còn tiết ra các bacteriocin kháng khuẩn.



Phân loại:

- Dựa trên sản phẩm cuối: nhóm vi khuẩn lên men lactic đồng hình và nhóm vi khuẩn lên men lactic dị hình.
- Dựa trên khả năng chịu nhiệt: nhóm chịu nhiệt cao, nhóm chịu nhiệt trung tính, nhóm ưa lạnh.

Sau đây chúng ta sẽ xem xét đặc điểm của quá trình lên men của vài sản phẩm phổ biến.

a) Quá trình lên men sữa

Trong nhiều sản phẩm sữa: quá trình sản xuất acid lactic và acetic, và hydrogen peroxide là các yếu tố quan trọng quyết định khả năng bảo quản nguyên liệu sữa.

Ngoài ra, trong quá trình lên men sữa, việc tạo hương vị là rất quan trọng. Các thành phần hương vị chính bao gồm acetaldehyde và diacetyl: đây là những sản phẩm phụ của quá trình lên men.

Sự ổn định và an toàn của các sản phẩm sữa hoàn toàn hoặc một phần do acid lactic được hình thành bởi các vi khuẩn axit lactic lên men lactose. Nồng độ axit lactic tối đa và pH cuối trong các sản phẩm sữa lên men phụ thuộc vào loại VSV.

Trong số ưa nhiệt (tức là, với sự tăng trưởng tối ưu ở khoảng 40 ÷ 45 độ C) các chủng *Lactobacillus delbrueckii (Bulgaricus ssp., Helveticus, lactis*) có thể tích lũy lên đến 250mm axit lactic và hạ thấp độ pH khoảng 3.7 trong khi *Lactobacillus acidophilus* ngừng lên men lactose ở giá trị pH 4,0 ± 4,3. Streptococcus thermophilus làm giảm độ pH khoảng 4,3 ± 4,6. PH cuối của sữa chua bởi các loài *Lactococcus mesophilic* là khoảng 4,5.

Đối với mục đích cảm quan, quá trình lên men thường dừng lại trước khi pH tối thiểu có thể đạt được.

Ví dụ: Trong sưa chua, điều này có thể được thực hiện bằng cách làm lạnh. sữa chua lên men thường được ướp lạnh khi độ pH khoảng 4,5 là đạt được, đưa ra một mục tiêu pH khoảng 4,2 trong sản phẩm cuối cùng.

Product	Target pH in final products
Yoghurt (mild)	4.1–4.4
Kefir	4.4–4.6
Scandinavian-type sourmilks, buttermilk	4.6
Fresh cheeses: Quark	4.6–4.7
Fresh cheeses: Cottage cheese	5.0
Fresh cheeses: Mozzarella	5.0–5.2
Ripened cheeses without surface flora (most hard and semi-hard cheeses)	5.2–5.8
Ripened cheeses with surface flora (e.g., Camembert)	>5.8

Based on data compiled by Teuber, 2000.

b) Quá trình lên men thịt đỏ, thịt gia cầm, thủy sản

Độ pH của thực phẩm cơ thịt phụ thuộc chủ yếu vào mức độ dự trữ glycogen trong cơ bắp, và các hoạt động của các enzym chuyển đổi mô glycogen thành lactate và protein thành các hợp chất cơ bản như amoniac và amin.

Trong cơ thịt lợn, bò và cừu, khoảng 100 mmoles của L-lactate /kg được tích lũy trong quá trình phân giải glycolysis (Lawrie, 1991). Bởi vì khả năng chống chịu cao của mô cơ, mức này tương ứng với độ pH khoảng 5,6 ÷ 5,8 và đến một mức độ axit lactic undissociated khoảng 1 mM. Ở dưới những điều kiện này, tăng trưởng của nhiều vi khuẩn axit nhạy cảm bị trì hoãn.

Ngược lại, pH của gan, chân gà và thịt cá không giảm xuống dưới 6,2. Ngoài ra, trong mô cá có một lượng lớn hợp chất nitơ phi protein dễ dàng phân hủy, gây ra pH tăng lên đáng kể trong thời gian lưu trữ (Gram và Huss, 2000). Những dữ liệu này giải thích lý do tại sao hầu hết các loại thịt đỏ giữ tốt hơn so với bộ phận nội tạng ăn được, gia cầm và cá.

Chú ý: Với thịt, sự giảm độ pH đóng vai trò quyết định cho khả năng bảo quản, chứ không phải là quá trình sản xuất ra axit lactic.

c) Quá trình lên men thủy sản

- Quá trình lên men thủy sản đã được áp dụng từ lâu. Đây là công nghệ ở trình độ thấp và giá cả phải chăng cho các nước nhiệt đới đang phát triển.
- Fagbenro và Jauncey đã nghiên cứu cá rô phi lên men lưu trữ trong 180 ngày.
- Fagbenro đã phát triển một phương pháp bảo quản đầu tôm nguyên liệu bằng cách lên men với 5% (w / w) *Lactobacillus plantarum*, cấy ở 30 ° C bổ sung 15% (w / w) mật mía như một nguồn carbohydrate. Sau khi ủ trong 7 ngày, đạt được pH 4,5 và và ổn định cho đến 30 ngày sau khi quá trình lên men bắt đầu.
- Bổ sung trona ở mức 5% (Na_2CO_3. $NaHCO_3$. $2H_2O$) trước để lên men giúp hạn chế thủy phân protein bằng cách ức chế hoạt động của các enzyme tự phân hủy nội sinh.

❑ Bổ sung chiết xuất hành tây 5 ml / kg chứng minh có hiệu quả như một chất chống oxy hóa (axit thiobarbituric): phản ứng phân giải của các chất giá trị vẫn ở mức thấp sau khi lên men 30 ngày.

3.1.3.2. Phương pháp bổ sung axit

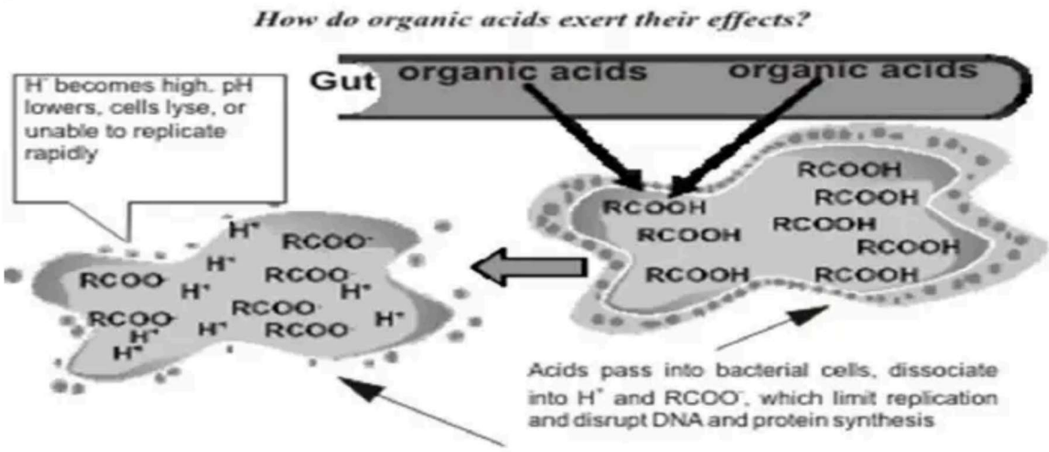
Hiệu quả của việc sử dụng axit hữu cơ để bảo quản phụ thuộc vào 3 yếu tố:

❑ Bản chất acid.

❑ Sự có mặt của các yếu tố ức chế khác (a_w, các chất bảo quản, nhiệt độ thấp).

❑ Cơ chế tự bảo vệ của các VSV đối với stress acid để duy trì cân bằng pH nội môi chủ động và thụ động.

♣ **Cơ chế tác dụng của axit hữu cơ:**



1. Dạng không phân ly: axit hữu cơ thấm qua màng tế bào.
2. Dạng phân ly: anion tích tụ, gây hiệu ứng ức chế sự phát triển của VSV. Anion làm giảm tỷ lệ của quá trình sinh tổng hợp các đại phân tử và ngăn cản không cho vận chuyển các phân tử này vào tế bào. Hiệu ứng này gây ra bởi sự giảm pH nội bào.

a) Bổ sung axit acetic - phương pháp ngâm dấm

Acid acetic làm giảm pH của sản phẩm, làm cho quá trình trao đổi ion của vi sinh vật không thực hiện được. Sự thay đổi quá lớn của nồng độ ion trong và ngoài màng tế

bào làm rối loạn các quá trình trao đổi chất của vi sinh vật, ức chế sự phát triển của vi sinh vật trong thực phẩm.

Nồng độ acetic acid thường dùng: 1,7 – 2 % (pH 2,3 - 2,5).

Phương pháp ngâm dấm thường dùng acid acetic, acid citric, axit tartric.

b) Bổ sung axit benzoic hoặc muối benzoat

Ức chế mạnh nấm men và nấm mốc, có tác dụng yếu đối với vi khuẩn.

Tác động lên màng tế bào nấm, ức chế quá trình hô hấp của tế bào, ức chế quá trình oxy hóa glucose và pyruvate, ức chế quá trình biến dưỡng các hợp chất đa lượng (N, P,…) của sinh vật.

Một số loài vi sinh vật có thể sử dụng acid benzoic trong quá trình trao đổi chất hay có các cơ chế đặc hiệu (các bơm màng) loại bỏ các chất độc ra khỏi tế bào.

Acid benzoic có thể tác động đến hệ hô hấp và hệ thần kinh trung ương, gây kích ứng mắt.

Acid benzoic được sử dụng nhiều trong bảo quản trái cây và rau quả. Nếu sử dụng ở nồng độ cao sẽ làm thay đổi mùi vị sản phẩm, ảnh hưởng tới thận của người sử dụng.

Dùng benzoic hoặc benzoat trong bảo quản sản phẩm có thể làm cho sản phẩm bị thâm đen, và dễ nhận biết dư vị, làm giảm chỉ tiêu cảm quan của sản phẩm.

Tác dụng bảo quản của axit benzoic và natri benzoat chỉ xảy ra ở môi trường axit, pH 2,5 - 3,5. Nồng độ acid benzoic sử dụng trong thực phẩm: 0,05-0,15%. Nồng độ benzoat trong sản phẩm có tác dụng bảo quản là 0,07-0,1%.

Liều gây chết ở người: 500 mg/kg.

c) Bổ sung axit sorbic hoặc muối sorbat

Dạng thường sử dụng làm chất bảo quản: axit sorbic, natri sorbat, canxi sorbat, kali sorbat.

Axit sorbic và kali sorbat có tác dụng ức chế nấm mốc và nấm men, ít có tác dụng với vi khuẩn.

Acid sorbic ảnh hưởng tới protein trên màng tế bào nấm mốc, gây ảnh hướng đến quá trình vận chuyển các ion âm qua màng: làm chuyển đổi pH bên ngoài tế bào, thay đổi

sự vận chuyển của các acid amin; làm giảm sinh tổng hợp protein và thay đổi sự tích lũy nucleotide trong tế bào.

Axit sorbic ảnh hưởng tới hoạt tính của các enzyme nhất là enzym dehydrogenase.

Axit sorbic và kali sorbat không độc đối với cơ thể con người, dùng trong bảo quản thực phẩm không gây ra mùi vị lạ, không làm mất mùi tự nhiên.

Sử dụng cho bảo quản sản phẩm làm nguyên liệu cho chế biến: bảo quản rau quả cho muối chua, sữa làm sữa chua.

Dùng nhiều trong chế biến rau quả, rượu vang, sản xuất đồ hộp, chế biến sữa, bảo quản và chế biến cá, thịt, sản phẩm bánh mì, bảo quản nước mắm, nước chấm, cá ngâm dấm.

Có thể phối hợp axit sorbic hoặc sorbat với các chất bảo quản khác:

Ví dụ: Dùng acid sorbic cho sản phẩm ướp đường có thể giảm một nửa lượng đường để ướp. Trộn 0,1 - 0, 2% acid sorbic (so với lượng muối) vào dung dịch muối để muối cá trước khi hun khói.

******Tham khảo thực tế bảo quản một số loại thực phẩm bằng phương pháp hiệu chỉnh pH******

Thịt: Rửa bằng dung dịch có chứa 1 ± 3% lactic và / hoặc acid acetic đã được chứng minh làm giảm số lượng vi khuẩn trên nguyên liệu của khoảng 1,5 chu kỳ log ,tuy nhiên, phương pháp này không ảnh hưởng đến các vk gây bệnh như E. coli .

Trong chế biến thịt, độ pH có thể được hạ xuống bởi việc bổ sung axit hữu cơ hoặc bằng quá trình lên men vi sinh vật.

Phương pháp thứ hai đòi hỏi phải bổ sung đường để có thể lên men vì hàm lượng glucose và glucose-6- phosphate trong thịt nạc không vượt quá 8 và 5 mmoles / kg, tương ứng, và, axit lactic hình thành do quá trình lên men là không thể vượt quá 25 mμ/kg. Do đó, ít nhất là 0,3% đường (15 ± 20 mμ/kg) được thêm vào thịt được chế biến thành xúc xích lên men.

Độ pH rất quan trọng để đạt được trong quá trình sản xuất xúc xích khô phụ thuộc vào yếu tố ức chế bổ sung (rào cản) bao gồm aw, nitrite và nhiệt độ chín (LuÈcke, 2000). Nếu aw ban đầu là khoảng 0,96, nó là đủ để giảm pH 5,3.

Trong quá trình sản xuất cá ướp, nguyên liệu thô (ví dụ, philê cá trích) là đặt vào một nước muối có chứa **muối** và giấm và chín trong vòng 35 ngày để mô cá có chứa ít nhất 2,4% axit axetic và 6% natri clorua trong phase nước. Điều này tương ứng với các giá trị pH 4,0 ÷ 4,2 và giá trị aw = 0,955 ÷ 0,960. Những điều kiện này cũng đảm bảo cho sự bất hoạt của ấu trùng giun tròn.Các mô ướp sau đó được đặt trong một nước muối có chứa các loại gia vị. pH của sản phẩm cuối cùng phải là 4.8 hoặc thấp hơn, tương ứng với nồng độ acid acetic ít nhất là 1,8% trong phase nước.

Đối với sản xuất cá cơm ướp kiểu Scandinavian, nước muối có chứa các loại đường, acidulants (đôi khi cũng vi khuẩn axit lactic) mức độ vừa phải của muối, và đôi khi nitrat, và cá được lên men trong 1 ÷ 2 ngày ở nhiệt độ thường trước khi chín ở nhiệt độ lạnh. Độ pH thường không giảm xuống 5,5 hoặc thấp hơn, và sản phẩm được ổn định chủ yếu bởi muối và chất bảo quản. Benzoic và axit sorbic thường được sử dụng để ức chế nấm men và nấm mốc (nồng độ lên đến 0,2%).

Các loại rau (bao gồm trái cây như dưa chuột, dưa hấu và ô liu) có pH > 5,2, và malic và citric acid chỉ có mặt với nồng độ rất thấp và có rất ít tác dụng ức chế. Những sản phẩm này có thể được bảo quản bằng độ pH thấp thu được từ quá trình lên men lactic hoặc bổ sung giấm.

Trong phương pháp thứ hai, giấm đun sôi được thêm vào nguyên liệu đã được chần để cung cấp một nồng độ acid acetic ít nhất 0,5% và pH khoảng 3.7. Đường hoặc chất ngọt được thêm vào để điều vị. Để sử dụng lâu dài ở nhiệt độ thường, các sản phẩm thường được tiệt trùng để làm bất hoạt một số chủng nấm men, vi khuẩn axit lactic hoặc vi khuẩn axit axetic có thể dần dần sinh sôi nảy nở.

Các loại trái cây nhiều thịt quả (táo, cam quýt, trái cây nhiệt đới; berries), cũng như cà chua có giá trị pH dưới 4.7, và tiềm năng tăng trưởng của vi khuẩn gây bệnh là

thấp và tăng trưởng của nấm có thể trong suốt dải pH xuống pH 2.2 (trên chanh). Độ pH xác định bởi citric và malic acid trong trái cây.

Tuy nhiên, độ pH xác định các yêu cầu về xử lý nhiệt của trái cây sản phẩm như trái cây đóng hộp, mứt và nước ép trái cây. Trong phạm vi pH 4,0 ÷ 4,5,

'Butyric' kỵ khí tạo thành bào tử vi khuẩn (*Clostridium butyricum, Clostridium pasteurianum*), và, ở nhiệt độ lưu trữ trên 25 độ C, coagulans Bacillus vẫn có thể phát triển. Điều này đòi hỏi phải có xử lý nhiệt nặng hơn (tương đương với một tiếp xúc với 100 độ C cho 1 ÷ 2 phút).

Axit citric có thể được thêm vào các loại trái cây có giá trị pH trong phạm vi này hoặc thậm chí cao hơn, ví dụ, cà chua và lê. Tại giá trị pH dưới 4,0, một xử lý thanh trùng tương đương với một tiếp xúc với 80 độ C khoảng 10 phút (Hoặc 92 ± 99 độ C cho 10 ÷ 60 giây) thường được áp dụng.

Tuy nhiên,cách xử lý này không đủ để làm bất hoạt các bào tử của *Alicyclobacillus spp.* (Có khả năng phát triển ở pH thấp và nhiệt độ trên 25 ÷ 30 độ C), và không phải lúc nào đủ để vô sinh bào tử chịu nhiệt của *Byssochlamys spp.* và một số loài nấm khác. Những loại nấm mốc có thể bị ức chế bởi aw thấp (mứt) và / hoặc sorbic và axit benzoic (dưới 0,1%).

Acidulants thường được thêm vào để trái cây sản phẩm cho các mục đích khác hơn là sự ổn định của vi sinh vật.

Citric axit làm chậm quá trình biến nâu và làm thay đổi các tính chất tạo gel của pectin, do đó ảnh hưởng đến độ nhớt của mứt và các sản phẩm tương tự.

Mayonnaise, sốt trộn salad, ketchup được bảo quản bởi sự kết hợp của độ pH thấp (điều chỉnh bằng acetic và axit citric), aw thấp (chủ yếu tùy thuộc vào mức độ tương đối của dầu, nước và muối trong việc xây dựng), và đôi khi ± chất bảo quản như sorbic và axit benzoic.

Độ pH mục tiêu giá trị phụ thuộc vào mức độ của các yếu tố ức chế khác như aw và sự hiện diện của các chất bảo quản, nhưng nói chung là khoảng 4,0.

Product	Fat content %	a_w	pH	Acetic acid in aqueous phase	
				%	mmoles of undissociated acid/kg
Mayonnaise	80 (emulsified)	*ca.* 0.93	≤ 4.1	2%	270 mM
Emulsified salad dressings	50 (emulsified)	*ca.* 0.95	≤ 4.2	1%	130 mM
Tomato ketchup	<1	*ca.* 0.94	3.8–4.0	0.9 %	130 mM

Based on data provided by Baumgart (1996) and Michels and Koning (2000).

Sản phẩm nướng từ ngũ cốc: Các quá trình nướng tiêu diệt vi sinh vật và bào tử nấm mốc, nhưng không tiêu diệt được bào tử vi khuẩn.

Trong bánh mì làm từ bột lúa mì có sự kết hợp của các rào cản pH (5,4 ± 6,0) và aw (0,94 ± 0,97) có thể vẫn cho phép tăng trưởng của một số chủng vi khuẩn Bacillus. Để ngăn chặn điều này, acetate đôi khi được thêm vào bột để cung cấp khoảng 1 ± 2 mm acid acetic trong bánh mì.

Bột nhào chua có giá trị pH khoảng 4.0, mang lại bằng cách lên men maltose và glucose tạo axit lactic và acetic bởi LAB. Các chuẩn độ axit của bột thức khoảng 30-120 meq / kg, với tỷ lệ mol giữa lactic và acid acetic khoảng 5. Tuy nhiên, bảo quản không phải là mục đích chính của việc sử dụng bột chua. Thay vào đó, các axit cải thiện sự hấp thu nước của pentosans và ức chế amylase bột lúa mạch đen. Đây là điều cần thiết cho sự nướng bánh mì nếu bột chứa hơn khoảng 20% bột lúa mạch đen.

Sorbat hoặc propionat có thể được thêm vào bột để trì hoãn hư hỏng của thực phẩm nướng. Tuy nhiên, EU Chỉ thị 95/2 hạn chế việc sử dụng các chất bảo quản để nướng hàng hóa dễ bị hư hỏng do nấm mốc. Chỉ thị cũng hạn chế các cấp độ để 0,1 ± 0,3%, tùy thuộc vào sản phẩm.

3.2. Phương pháp hiệu chỉnh hoạt độ của nước

3.2.1. Sự liên quan giữa hoạt độ nước và tính bảo quản của thực phẩm

a_w tối ưu cho sự phát triển của đa số vi sinh vật là trong phạm vi 0,99 ± 0,98.

Mỗi vi sinh vật có một giá trị a_w hạn chế mà nó sẽ không phát triển, hình thành các bào tử, hoặc sản xuất các chất chuyển hóa độc hại.

Bảng 3.2: Hoạt độ nước của một số TP liên quan đến sự hư hỏng do VSV

Range of a_w	Microorganisms inhibited	Examples of foods
1.00–0.95	Some yeasts, Gram-negative rods, bacterial spores	Fresh foods; foods containing 40% sucrose or 7% salt (canned foods, processed cheese, several sausages, bread, etc.)
0.95–0.91	Most cocci, lactobacilli, vegetative cells of bacilli, some moulds	Foods containing 50% sucrose or 12% salt (mayonnaise, bacon, some hard cheeses, raw ham, low-calorie jams, etc.)
0.94	**Growth and toxin production by all types of *Clostridium botulinum***	
0.91–0.86	Most yeasts	Foods containing 65% sucrose or 15% salt (dry ham, fruit jams, fruit juice concentrates, some hard cheeses, etc.)
0.86	**Aerobic growth of *Staphylococcus aureus***	
0.86–0.80	Most moulds	Foods containing 15–20% water (fruit cake, high moisture prunes, sweetened condensed milk, etc.)
0.80–0.75	Most halophilic bacteria	Foods with 26% salt or very high sugar content (salted fish, molasses, prunes, fondants, etc.)
0.80	**Production of micotoxins**	
0.75–0.65	Xerophilic moulds	Foods containing less than 10% water (dates, figs, nuts, rolled oats, etc.)
0.68	Practical limit for fungi	
0.65–0.60	**Osmophilic yeasts**	Confectionery products, dried fruits containing 15–20% water, honey
Below 0.60	**No microbial growth**	Dried milk, instant coffee, dried egg, spices, crackers, flour, cereals, etc.

Adapted from Troller (1978).

a_w giới hạn cho sự tăng trưởng giữa các vi sinh vật là khác nhau:

- Nói chung, vi khuẩn gây hư hỏng bị ức chế ở một a_w khoảng 0,97; mầm bệnh *clostridial* tại a_w 0,94; và các loài *Bacillus* nhất tại a_w 0,93.

- *Staphylococcus aureus* có thể phát triển trong dk hiếm khí tại a_w 0.86 và trong dk hiếu khí tại a_w 0,91.

- Nhiều nấm men và nấm mốc có thể sinh sôi nảy nở ở một $a_w < 0,86$, trong khi một số nấm men và nấm mốc osmophilic xerophilic là có khả năng tăng trưởng chậm chỉ trên 0,6.

Vì vậy, để bảo quản thực phẩm bằng cách chỉ giảm a_w là rất khó, a_w của nó phải được giảm đến ít nhất 0,6.

Ví dụ: $a_w \approx 0,3$ để kiểm soát không chỉ sự tăng trưởng của vi sinh vật mà còn các phản ứng hóa lý và sinh hóa khác lại gây ảnh hưởng xấu đến màu sắc, kết cấu, hương vị và giá trị dinh dưỡng của thực phẩm.

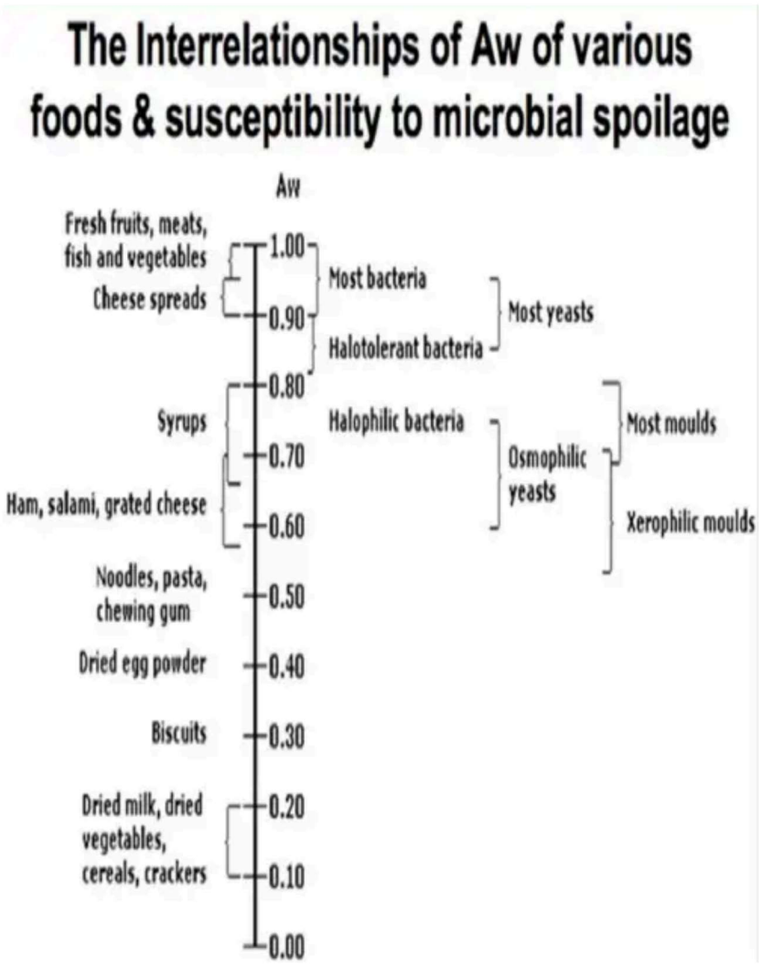
* a_w tối thiểu cho sự tăng trưởng là luôn bằng hoặc thấp hơn so với a_w tối thiểu đối với sự sản xuất độc tố.

* a_w tối thiểu cho sự tăng trưởng phụ thuộc vào các chất tan được sử dụng để kiểm soát a_w.

Bảng 3.3: a_w tối thiểu cho sự phát triển của các VSV gây bệnh dưới các điều kiện pH và nhiệt độ tối ưu

	a_w
Infectious pathogens	
Campylobacter jejuni	0.99
Aeromonas hydrophila	0.97
Shigella spp	0.96
Salmonella spp	0.94
Yersinia enterocolitica	0.95
Escherichia coli	0.93–0.95
Listeria monocytogenes	0.90–0.92
Vibrio parahaemolyticus	0.94 (glycerol) 0.95 (NaCl) 0.96 (sucrose)
Toxinogenic spore-forming pathogens	
Clostridium perfringens	0.93–0.95
Clostridium botulinum A & proteolytic *B* strains	0.94
Clostridium botulinum E & non-proteolytic strains B and F	0.96
Clostridium botulinum G	0.96
Bacillus cereus	0.90 (glycerol) 0.94 (NaCl)
Toxinogenic pathogens	
Staphylococcus aureus (anaerobic)	0.91
Staphylococcus aureus (aerobic)	0.86
Staphylococcus aureus (aerobic)	0.93 (xylitol)
Staphylococcus aureus (aerobic)	0.95 (erythritol)
Staphylococcus aureus (aerobic)	0.89 (glycerol)
Moulds and yeasts	
Aspergillus flavus	0.80 (TP: 0.83–0.87)
Aspergillus parasiticus	0.82 (TP: 0.87)
Botrytis cinerea	0.93
Byssoclamys nivea	0.84
Aspergillus ochraceus	0.77 (TP: 0.80–0.88)
Penicillium citrinum	0.80
Penicillium cyclopium	0.81
Penicillium patulum	0.81 (TP: 0.85–0.95)
Eurotium spp	0.66–0.73
Monascus bisporus	0.61
Saccharomyces cerevisiae	0.89 (glucose) 0.90 (sucrose) 0.92 (NaCl)
Zygosaccharomyces bisporus	0.70
Zygosaccharomyces rouxii	0.65
Torulopsis candida	0.65

TP: toxin production.



3.2.2. Các phương pháp hiệu chỉnh aw

Gồm có 3 phương pháp:

I. Loại bỏ nước bằng phương pháp vật lý

§ 1. Sấy bằng không khí nóng (hoặc phơi nắng- rau, trái cây, thủy sản, thịt, v.v.)

§ 2. Sấy phun/ sấy bằng điện cao tần/ sấy bằng bức xạ (rau, sữa bột, bột trứng)

§ 3. Sấy thăng hoa (Đông khô)

§ 4. Bay hơi / Cô đặc

II. Bổ sung chất tan làm tăng áp suất thẩm thấu

§ 1. Ướp đường (mứt, siro)

§ 2. Ướp muối (cá, thịt, rau củ)

III. Kết hợp I và II

3.2.2.1. Loại bỏ nước bằng phương pháp vật lý

a) Sấy bằng không khí nóng

Tiến hành trong thiết bị nhờ có tác nhân sấy (không khí nóng hoặc khói lò), điều chỉnh được chế độ sấy.

Các thiết bị sấy: phòng sấy, hầm sấy, tháp sấy, thiết bị sấy băng tải, vít tải, thiết bị sấy thùng quay, sấy tầng sôi, v.v.

♣ Ưu điểm:

Không phụ thuộc điều kiện thời tiết.

Sản phẩm đồng nhất trên thị trường.

Rút ngắn thời gian sấy.

Sản phẩm có chất lượng cao hơn so với pp phơi nắng.

♣ Hạn chế:

Đắt tiền và phức tạp.

Tốn nhiều nhiệt lượng.

b) PP sấy tự nhiên (phơi nắng)

Dùng nhiệt của ánh sáng mặt trời để làm khô sản phẩm.

Thích hợp cho các loại hạt ngũ cốc, các loại thủy sản ướp muối (cá, tôm, mực…).

Cũng có thể hong khô rau quả mà không cần nắng.

♣ Ưu điểm:

Không tốn kém nhiên liệu.

Có khả năng diệt trừ các loại nấm mốc như *Aspergillus, Penicillium*, sâu mọt…

♣ Hạn chế:

Phụ thuộc điều kiện thời tiết → không chủ động.

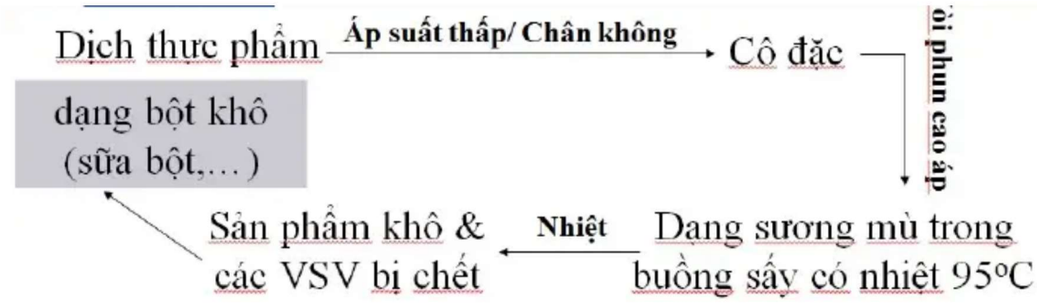
Tốn nhiều công, không cơ giới hóa được.

Thời gian để đạt tới độ ẩm an toàn thường dài.

Chất lượng sản phẩm không tốt, giảm giá trị dinh dưỡng và cảm quan.

Dễ bị ẩm mốc khi bảo quản.

c) Sấy phun



Thích hợp cho các sản phẩm dạng lỏng: sữa, trứng, nước trái cây

♣ Ưu điểm:

Dung dịch lỏng được phun thành dạng sương vào buồng sấy, quá trình sấy diễn ra rất nhanh đến mức không kịp dốt nóng vật liệu lên quá giới hạn cho phép nên có thể sấy được ở nhiệt độ rất cao trong thời gian ngắn, thu được sản phẩm dạng bột mịn.

♣ Hạn chế:

Tốn năng lượng

Thiết bị phức tạp nhất là ở cơ cấu phun sương và hệ thông thu hồi sản phẩm.

d) Sấy bằng bức xạ

Chiếu tia hồng ngoại (0.75-4μm) vào sản phẩm → sản phẩm nóng lên (vì 80% công suất đèn biến thành nhiệt bức xạ)

Dùng các đèn hồng ngoại có công suất 250 – 500 W.

♣ Hạn chế:

Chưa sử dụng rộng rãi

Hao phí nhiều năng lượng (2.5kW/kg chất ẩm)

Chỉ làm nóng được bề mặt, không thích hợp với sản phẩm dày.

e) Sấy bằng điện cao tần

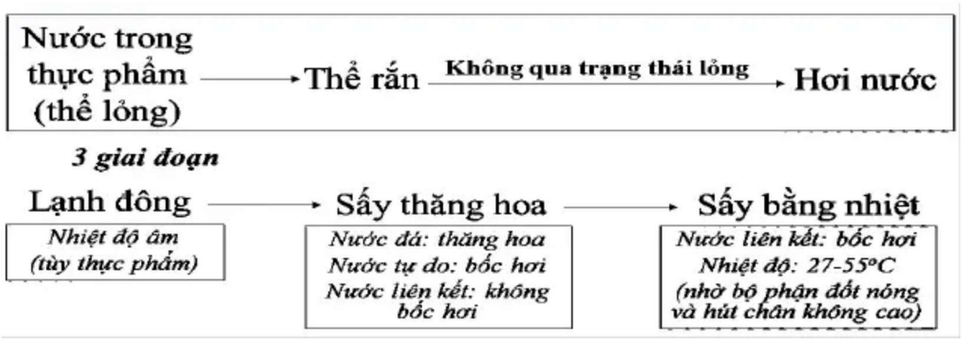
Đặt sản phẩm sấy vào điện trường xoay chiều có tần số dao động cao (500 kHz) → cho sản phẩm khô đều và nhanh.

Các sản phẩm sau khi làm khô → làm nguội ngay, bao gói tốt, tránh hút ẩm trở lại, giữ nơi khô mát → để được lâu dài.

♣ **Hạn chế:**

Thiết bị phức tạp, tiêu tốn nhiều điện năng (3.5kWh/kg chất ẩm).

f) Sấy thăng hoa



♣ **Ưu điểm:**

Giữ nguyên tình trạng sản phẩm (dinh dưỡng, cảm quan), có khả năng phục hồi như ban đầu.

♣ **Hạn chế:**

Phức tạp, cần nhiều thiết bị, công suất điện lớn.

g) Bay hơi/ cô đặc

Bản chất: Là quá trình làm bốc hơi nước của sản phẩm bằng cách đun sôi. Ứng dụng trong sản xuất nước quả cô đặc, mứt, soup khô, sữa đặc, v.v.

Mục đích: Tăng nồng độ chất khô, kéo dài thời gian bảo quản (hạn chế sự phát triển của vsv do mất nước, áp suất thẩm thấu cao).

Phương pháp: Cô đặc 1 nồi /nhiều nồi, cô đặc liên tục /gián đoạn, cô đặc ở áp suất thường (nấu mứt)/áp suất dư/chân không (nước quả).

3.2.2.2. Bổ sung chất tan làm tăng áp suất thẩm thấu

Sử dụng đường hay muối trong bảo quản thực phẩm làm gia tăng áp xuất thẩm thấu của môi trường, tạo áp suất thẩm thấu cao nước trong tế bào thấm ra khỏi màng tế bào chất và gây ra hiện tượng co nguyên sinh; đồng thời tế bào vi sinh vật không thể hấp thu được các chất dinh dưỡng, làm ức chế hoạt động và sự phát triển của vi sinh vật.

Sử dụng nồng độ muối từ 5 - 20 % hoặc 30 %, nồng độ đường 50 – 60 %.

Sản phẩm điển hình: mứt trái cây, thịt muối, cá muối.

Việc ngâm tẩm chất tan có thể được thực hiện bằng cách truyền ẩm hoặc bằng cách truyền khô.

- Truyền ẩm: ngâm thực phẩm trong dung dịch nước - chất hòa tan có aw thấp hơn.
- Truyền khô: trộn trực tiếp thực phẩm và các chất hoà tan với tỷ lệ theo yêu cầu .

Khi sản phẩm rắn giàu nước (trái cây và rau quả) là đối tượng của truyền ẩm hoặc khô, có 3 sự chuyển dịch xảy ra :

- Chuyển dịch nước từ sản phẩm ra môi trường;
- Chuyển dịch chất tan từ môi trường vào sản phẩm,

- Chuyển dịch chất tan riêng của sản phẩm ra môi trường.

Quá trình này được gọi là "**mất nước thẩm thấu**". Phương pháp này không chỉ cho phép chuyển dịch các chất tan được sử dụng để điều chỉnh a_w mà còn chuyển dịch một lượng chủ định các hợp chất kháng khuẩn, các tác nhân chống biến nâu (antibrowning) hoặc bất kỳ chất hòa tan khác để tăng giá trị cảm quan và chất lượng dinh dưỡng của thành phẩm.

Bằng cách kiểm soát những sự chuyển dịch ở trên ta có thể có các sự kết hợp khác nhau để loại nước và tăng kết cấu vững chắc, từ một quá trình khử nước đơn giản (loại bỏ nước đáng kể) đến quá trình ướp đường hoặc muối (ưu tiên thâm nhập sự chất tan).

Đối với thực phẩm xốp, truyền ẩm cũng có thể được thực hiện dưới áp suất chân không. Các khí nội bộ hoặc chất lỏng bị giữ trong các lỗ rỗng sẽ được trao đổi với một pha lỏng bên ngoài (được kiểm soát thành phần) do sự thay đổi áp suất.

3.2.2.3. Kết hợp

Thực phẩm được bổ sung chất tan và phụ gia và đưa đi làm khô một phần.

Ưu điểm của pp này so với phương pháp làm khô :

- Tăng sự ổn định của các sắc tố,
- Nâng cao sự tự nhiên của hương vị,
- Kết cấu (cấu trúc) sản phẩm tốt hơn
- Tăng năng suất cho thiết bị sấy.

3.3. Phương pháp sử dụng nhiệt

3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự sinh trưởng của VSV

Nhiệt độ của môi trường có ảnh hưởng rất lớn đối với vi sinh vật.

Trên thực tế, do vi sinh vật thường là các sinh vật đơn bào cho nên chúng rất mẫn cảm với sự biến hóa của nhiệt độ, và thường bị biến hóa cùng với sự biến hóa về nhiệt độ của môi trường xung quanh.

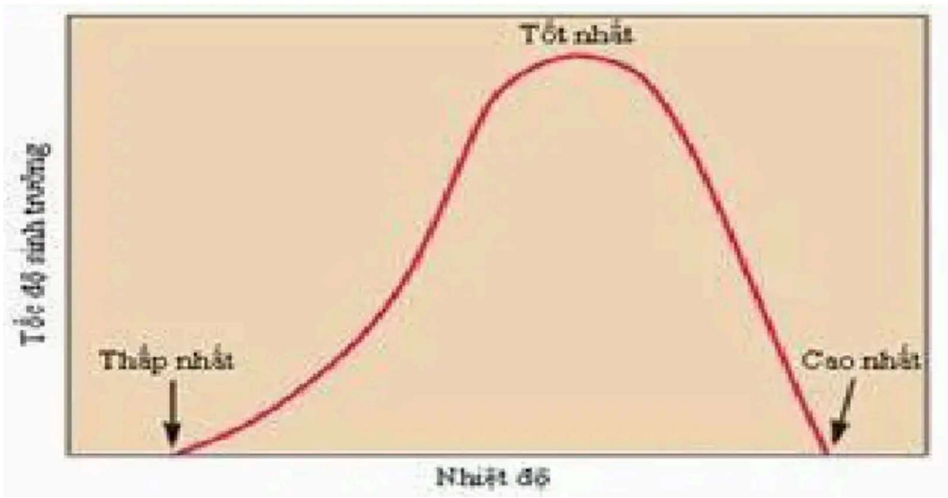
Một nhân tố quyết định ảnh hưởng của nhiệt độ đối với sự sinh trưởng của vi sinh vật đó là tính mẫn cảm với nhiệt độ của các phản ứng xúc tác nhờ enzym: khi nhiệt độ

tăng lên 10^0C tốc độ phản ứng sẽ tăng gấp đôi→ toàn bộ hoạt động trao đổi chất sẽ tăng lên → VSV sẽ sinh trưởng nhanh hơn.

Tuy nhiên: + Nhiệt độ tăng lên đến một mức độ nhất định thì nhiệt độ càng tăng tốc độ sinh trưởng càng giảm. Khi nhiệt độ tăng quá cao vi sinh vật sẽ chết (nhiệt độ quá cao sẽ gây ra sự biến tính của enzym, của các thể vận chuyển (transport carriers) và các protein khác. Màng sinh chất sẽ bị tổn thương vì hai lớp lipid sẽ bị hòa tan. Do đó mặc dầu ở nhiệt độ càng cao các phản ứng xúc tác tiến hành càng nhanh nhưng do các nguyên nhân nói trên mà tế bào bị tổn thương đến mức khó hồi phục và dẫn đến việc ức chế sinh trưởng).

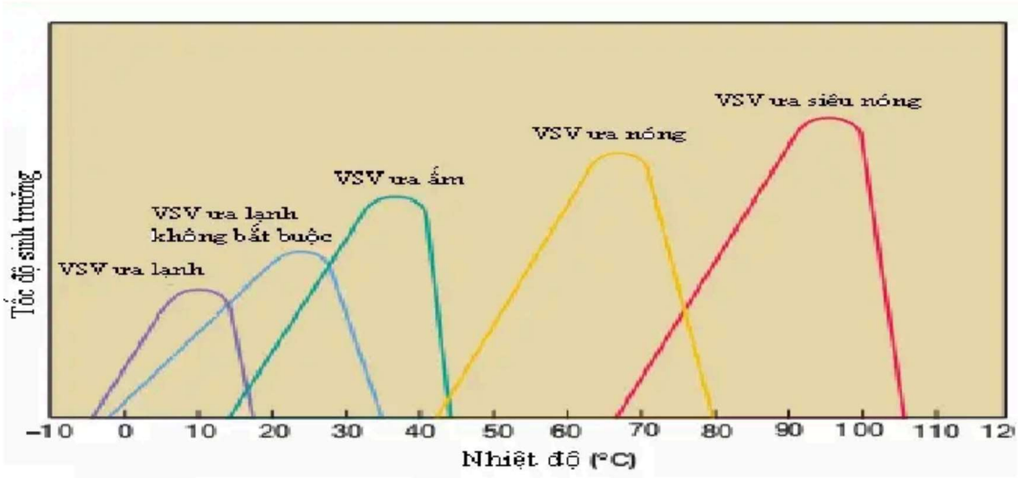
+ Tại điều kiện nhiệt độ rất thấp màng sinh chất bị kết đông lại, enzyme cũng ngừng hoạt động. Nói chung, nếu vượt quá nhiệt độ tốt nhất đối với vi sinh vật, chức năng và kết cấu tế bào đều bị ảnh hưởng.

Do ảnh hưởng hai mặt, vừa có lợi vừa có hại của nhiệt độ đối với vi sinh vật mà có thể xác định các loại nhiệt độ cơ bản (cardinal temperaturre) đối với sự sinh trưởng của vi sinh vật. Đó là nhiệt độ thấp nhất (minimum), nhiệt độ tốt nhất (optimum) và nhiệt độ cao nhất (maximum) đối với sự sinh trưởng.



Hình 3.1: Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật (Theo sách của Prescott, Harley và Klein).

Phân loại VSV dựa vào nhiệt độ:



Vi sinh vật ưa lạnh (Psychrophile): Đó là các vi sinh vật có thể sinh trưởng ở 0, t_{opt} = 15 hay thấp hơn, $t_{max} \approx 20$. Phần lớn vi khuẩn ưa lạnh thuộc về các chi *Pseudomonas, Vibrio, Alcaligenes, Bacillus, Arthrobacter, Moritella, Photobacterium,* và *Shewanella*. VSV ưa lạnh thông qua nhiều loại phương thức để thích ứng được với môi trường lạnh. Chúng phát huy cơ chế rất tốt để tổng hợp protein, enzym, các hệ thống vận chuyển. Màng tế bào của vi sinh vật ưa lạnh có chứa nhiều các acid béo không bão hòa, có thể giữ được trạng thái chất bán lưu (semifluid) khi gặp lạnh.

VSV ưa lạnh không bắt buộc (Psychrotrophs hay facultative psychrophiles) t_{opt} = 20 - 30, t_{max} >35, t_{min} = 0 - 7. Những vi khuẩn và nấm thuộc nhóm này là nguyên nhân chính làm hư hỏng thực phẩm giữ lạnh.

Vi sinh vật ưa ấm (Mesophile): t_{opt} = 20 - 45, t_{min} = 15 - 20, $t_{max} \approx$ 45 °C hoặc thấp hơn. Hầu như mọi vi khuẩn gây bệnh cho người đều là vi sinh vật ưa ấm, bởi vì thân nhiệt của người là 37°C.

Vi sinh vật ưa nhiệt (Thermophile): t_{opt} = 33-65, $t_{max} \approx$55 °C hay cao hơn.Thành phần chủ yếu của nhóm này là vi khuẩn (chủ yếu là xạ khuẩn), một ít tảo và nấm (bảng 14.6). Chúng phát triển trong đống phân chuồng ủ, dưới đáy các cột rơm rạ hay cỏ khô, trong đường dẫn nước nóng, trong các suối nước nóng...Vi sinh vật ưa nóng khác với vi

sinh vật ưa ấm ở chỗ chúng có hệ thống tổng hợp enzyme và protein bền nhiệt (heat-stable) và có thể hoạt động ở nhiệt độ cao. Màng sinh học của chúng có lipid bão hòa ở mức cao, có điểm sôi cao hơn và vì vậy vẫn giữ được nguyên vẹn ở nhiệt độ cao.

Vi sinh vật ưa siêu nóng (Hyperthermophiles): t_{opt} = 80-113, t_{max} ≈100 °C . Chúng thường không thể sinh trưởng bình thường ở nhiệt độ thấp hơn 55. Vi khuẩn *Pyrococcus abyssi* và *Pyrodictium occultum* là ví dụ về những vi sinh vật ưa siêu nhiệt được tìm thấy ở những đáy biển nóng.

Có thể tổng kết theo bảng phân loại dưới đây:

Ưa lạnh (Psychrophyle)	Sinh trưởng tốt nhất ở 15 ^{0}C hay thấp hơn.	*Bacillus psychrophilus, Chlamydomonas nivalis*
Chịu lạnh (Psychrotrophyle)	Có thể sinh trưởng ở 0-7 ^{0}C nhưng sinh trưởng tốt nhất ở 20-30 ^{0}C, còn có thể sinh trưởng được ở khoảng 35 ^{0}C	*Listeria monocytogenes, Pseudomonas fluorescens*
Ưa ấm (Mesophile)	Sinh trưởng tốt nhất ở 25-45 ^{0}C.	*Escherichia coli, Neisseria, Gonorrhoeae, Trichomona vaginalis.*
Ưa nhiệt (Thermophile)	Có thể sinh trưởng ở nhiệt độ 55 ^{0}C hoặc cao hơn, nhiệt độ thích hợp nhất thường là giữa 55 và 65 ^{0}C	*Bacillus stearothermophilus, Thermus aquaticus, Cyanidium caldarium, Chaetomium thermophile*
Ưa nhiệt cao (Hyperthermophile)	Thích hợp phát triển ở nhiệt độ giữa 80 và khoảng 113 ^{0}C	*Sulfolobus, Pyrodictium, Pyrococcus.*

3.3.2. Các phương pháp sử dụng nhiệt

Gồm có 2 phương pháp: - Phương pháp sử dụng nhiệt độ cao

- Phương pháp sử dụng nhiệt độ thấp

3.3.2.1. Phương pháp sử dụng nhiệt độ cao

a) Phương pháp thanh trùng

♣ **Định nghĩa:**

Thanh trùng là một quá trình xử lý nhiệt để làm bất hoạt enzyme và tiêu diệt một cách tương đối các vi sinh vật nhạy cảm với nhiệt độ cao gây hư hỏng thực phẩm, với những thay đổi nhỏ các tính chất của thực phẩm (cảm quan và thành phần dinh dưỡng).

Nó cũng được định nghĩa là "biện pháp xử lý nhiệt nhẹ" để tránh các hư hỏng do vi khuẩn và enzyme.

Nó được sử dụng để kéo dài thời hạn sử dụng của thực phẩm ở nhiệt độ thấp, thường là 4 ° C vài ngày (sữa) hoặc vài tháng (nước trái cây đóng chai).

Thực phẩm dạng lỏng được làm nóng đến 100 ° C để tiêu diệt các sinh vật hư hỏng : vi khuẩn không tạo thành bào tử, nấm men (đun nóng 60 °C - 65 °C), và nấm mốc (làm nóng lên đến 80 ° C trong 20 phút).

♣ **Cơ sở lựa chọn chế độ thanh tiệt trùng:**

Tất cả các loại sản phẩm thực phẩm đem đóng hộp đều là môi trường sống của loài VSV này hay VSV khác, và mỗi loại đồ hộp lúc đưa vào thanh trùng cũng có thể bị nhiễm nhiều loài VSV khác nhau. Nhưng không phải bất cứ môi trường nào cũng là môi trường thuận lợi cho VSV phát triển. Mỗi loài VSV khác nhau thích ứng với môi trường có các độ axit khác nhau. Có loài phát triển rất kém trong môi trường axit mạnh và phát triển rất nhanh trong môi trường axit yếu, có loài lại phát triển mạnh trong môi trường có độ axit tương đối cao.

Do đó chế độ thanh/tiệt trùng được lựa chọn chủ yếu dựa vào độ pH của sản phẩm.

- **Đồ hộp không chua pH > 6** (như đồ hộp thịt, cá, một số đồ hộp rau): có mặt và phát triển mạnh trong môi trường thực phẩm đồ hộp ít acid hầu hết là vi sinh vật chịu nhiệt, trong đó nguy hiểm hơn cả là tế bào vi khuẩn *Clostridium botulinum* → nhiệt độ thanh trùng của các loại đồ hộp này thường là 115-121^{o}C.

- **Đồ hộp ít chua pH 4,5 – 6** (sữa, các sản phẩm từ sữa, đồ hộp có bổ sung cà chua, axit): thường có loại vi khuẩn kỵ khí như *Cl. thermosaccharalytium*, *Bac. stearothermolphilus* làm hỏng thực phẩm → cần có nhiệt độ 100 - 119^{o}C.

- **Đồ hộp chua pH < 4,5** (như bia, nước ép quả, đồ hộp quả, cà chua, rau muối chua): có mặt trong môi trường thực phẩm đóng hộp acid hầu hết là vi khuẩn kém chịu

nhiệt, nếu có vi khuẩn chịu nhiệt thì khả năng phát triển của chúng sẽ rất kém. Các chủng nấm men, nấm mốc cũng thường có mặt và phát triển mạnh trong thực phẩm acid nhưng lại kém bền với nhiệt, nên bị tiêu diệt dễ dàng khi nâng nhiệt → chỉ cần thanh trùng ở 100^{o}C. Thanh trùng giúp tiêu diệt VSV gây hư hỏng hoặc vô hoạt enzym (catalase, peroxidase, polyphenol oxidase, pectin esterase).

- Nước ép có gas: mục đích là tiêu diệt nấm men và nấm mốc nên chỉ cần nâng nhiệt đến 60 – 65 °C.

- Nước ép không có gas: cần nâng nhiệt độ lên 80 °C (nếu nước ép có độ axit thấp thì chỉ cần mức nhiệt độ < 60 – 65 °C).

♣ **Phân tích ảnh hưởng của chế độ thanh trùng đến chất lượng sản phẩm:**

Thanh trùng là một phương pháp xử lý nhiệt tương đối ôn hòa, và ngay cả khi kết hợp với phương pháp khác (ví dụ, chiếu xạ và làm lạnh) chỉ làm thay đổi nhỏ các đặc tính dinh dưỡng và cảm quan của hầu hết các loại thực phẩm. Tuy nhiên, thời hạn sử dụng của các loại thực phẩm được thanh trùng thường chỉ kéo dài thêm một vài ngày hoặc vài tuần có kết hợp với bảo quản trong tủ lạnh.

Thay đổi các đặc tính cảm quan:

- Các sắc tố khác trong các sản phẩm từ thực vật và động vật cũng không bị ảnh hưởng bởi thanh trùng.

- Các hợp chất thơm dễ bay hơi bị mất mát (nhỏ) trong suốt quá trình thanh trùng các loại nước ép làm giảm chất lượng thành phẩm.

Thay đổi các đặc tính dinh dưỡng:

- Hầu hết các sản phẩm thực phẩm tiệt trùng có độ pH thấp hoặc vì độ pH tự nhiên hoặc các sản phẩm đã được lên men. Vì hầu hết các chất dinh dưỡng tương đối ổn định trong điều kiện acid, tổn thất chất dinh dưỡng trong những sản phẩm này là tương đối nhỏ.

Mặc dù tổn thất nhiệt trong quá trình thanh trùng có thể là nhỏ, nhưng thiệt hại do quá trình oxy hóa có thể cao→ bắt buộc phải bài khí trước khi thanh trùng.

Ví dụ: Trong các loại nước ép trái cây, tổn hao vitamin C và carotene được giảm thiểu bằng cách bài khí trước khi thanh trùng.

Thanh trùng thực phẩm dạng lỏng như nước ép trái cây, bia và rượu vang thường được thực hiện trong bộ trao đổi nhiệt gián tiếp kiểu đĩa hoặc màng.

♣ **Các phương pháp thanh trùng:** gồm 2 phương pháp:

Phương pháp thanh trùng Pasteur (gián đoạn và liên tục) ra đời sau khi Louis Pasteur khám phá ra sinh vật gây hư hỏng rượu có thể bị bất hoạt bởi nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi. Phương pháp này thường dùng để thanh trùng sữa và các sản phẩm từ sữa.

Để xác định thời gian và nhiệt độ tối thiểu trong phương pháp này, người ta dựa trên những nghiên cứu về thời gian chết bởi nhiệt độ của vi sinh vật gây bệnh có khả năng chịu nhiệt nhất ở trong sữa.

Phương pháp này chỉ diệt được tế bào sinh dưỡng.

Có thể bao gói rồi thanh trùng hoặc thanh trùng rồi mới đem đi bao gói (áp dụng cho thực phẩm nhạy cảm với gradient nhiệt cao).

Phương pháp gián đoạn (Batch method)

Phương pháp này dùng một lò hấp Pasteur, bên trong có một thùng chứa được bao quanh bởi hơi nước lưu thông. Trong thùng chứa này, sữa được làm nóng và được khuấy đều trong suốt thời gian khử trùng. Sau đó sữa có thể được làm nguội trong thùng chứa. Ngoài ra, người ta có thể làm nóng sữa một phần trong một lò hình ống trước khi đưa vào thùng chứa.

Phương pháp này ít dùng để khử trùng sữa, thường dùng để khử trùng những sản phẩm từ sữa hơn. Trong công nghiệp sản xuất kem đá (ice cream), thùng chứa trên thường dùng để khuấy trộn sản phẩm nhằm đạt được chất lượng sản phẩm tốt hơn là để bảo quản sản phẩm.

Phương pháp liên tục (Continuous method)

Phương pháp liên tục có nhiều thuận lợi hơn phương pháp gián đoạn, nó tiết kiệm được thời gian và năng lượng.

Trong phương pháp này, người ta sử dụng một lò hấp Pasteur tiệt khuẩn nhanh ở nhiệt độ cao.

Môi trường làm nóng sản phẩm có thể chứa hơi nước hoặc nước nóng ở chân không, gồm 3 bước:

- Sữa thô ở 4 ºC được cho chảy qua các thiết bị của lò hấp Pasteur này, nó được làm nóng đến nhiệt độ khử trùng khoảng 72 ºC /16 giây.

- Sau khi khử trùng, sữa được chảy vào một thiết bị làm nguội đến 4oC hoặc thấp hơn.

- Sau cùng, sữa được chuyển vào một hệ thống đóng gói sản phẩm.

Chế độ thanh trùng một số sản phẩm như sau:

Food	Main Purpose	Subsidiary Purpose	Minimum Processing Conditions
pH < 4.5			
Fruit juice	Enzyme inactivation (pectinesterase and polygalacturonase) (yeasts, fungi)	Destruction of spoilage microorganisms	65°C for 30 min; 77°C for 1 min; 88°C for 15 s
Beer	Destruction of spoilage microorganisms (wild yeasts, *Lactobacillus* species) and (residual yeasts, *Saccharomyces* species)	—	65°C–68°C for 20 min (in bottle); 72°C–75°C for 1–4 min at 900–1000 kPa
pH > 4.5			
Milk	Destruction of pathogens: *Brucellaabortis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella burnetti*	Destruction of spoilage microorganisms and enzymes	63°C for 30 min; 71.5°C for 15 s
Liquid egg	Destruction of pathogens *Salmonella seftenburg*	Destruction of spoilage microorganisms	64.4°C for 2.5 min; 60°C for 3.5 min
Ice cream	Destruction of spoilage microorganisms.	Destruction of pathogens	65°C for 30 min; 71°C for 10 min; 80°C for 15 s

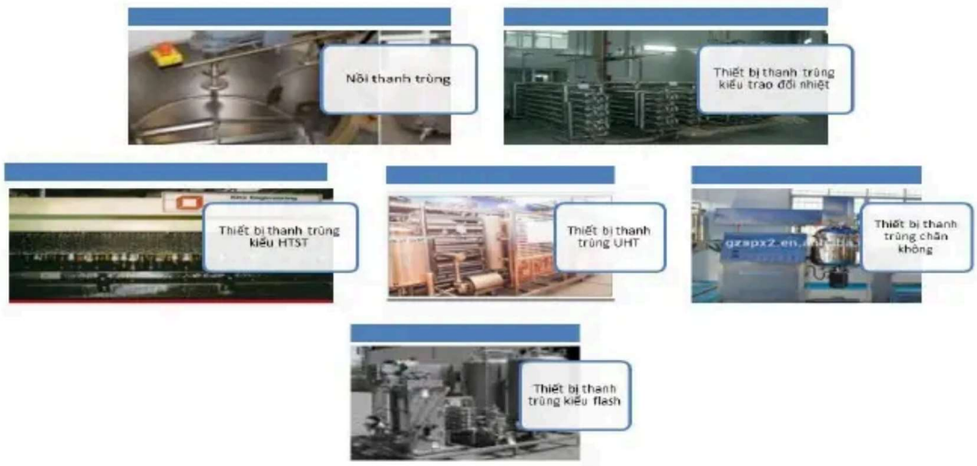
♣ **Thiết bị thanh trùng thực phẩm đã đóng gói:** gồm nồi thanh trùng (a), thiết bị thanh trùng liên tục dạng phun bằng nước hoặc hơi (b) và thiết bị thanh trùng dạng ống (c).

a)

b)

c)

♣ **Thiết bị thanh trùng thực phẩm chưa đóng gói:** gồm nồi thanh trùng, thiết bị thanh trùng kiểu trao đổi nhiệt, thiết bị thanh trùng kiểu HTST, thiết bị thanh trùng UHT, thiết bị thanh trùng kiểu chân không và thiết bị thanh trùng kiểu flash.



b) Phương pháp tiệt trùng

♣ **Khái niệm:**

Tiệt trùng là sự phá hủy hoàn toàn hoặc loại bỏ tất cả các sinh vật hiện hữu trong / trên một sản phẩm thực phẩm(nấm men, nấm mốc, vi khuẩn sinh dưỡng, và vsv tạo bào tử) và cho phép lưu trữ và phân phối các sản phẩm ở nhiệt độ thường với thời hạn sử dụng kéo dài.

Thực phẩm có thể được tiệt trùng bằng cách sử dụng nhiệt (tiệt trùng bằng nhiệt), bằng bức xạ, bằng hoặc hóa chất, hoặc loại bỏ các tế bào VSV bằng phương pháp vật lý (lọc màng).

♣ **Các nguyên tắc cơ bản để đựa chọn chế độ tiệt trùng:**

• Các sản phẩm tiệt trùng phải loại bỏ hoàn toàn các vi sinh vật có khả năng gây nhiễm độc độc tố và gây hư hỏng thực phẩm trong thời hạn sử dụng sản phẩm.

• Bào tử *Clostridium botulinum* có khả năng phát triển trong sản phẩm có độ axit thấp (pH > 4.6) và do đó phải được xử lý nhiệt ở ít nhất 121,1°C trong 3 phút và đây là mục tiêu của quá trình tiệt trùng vì:

+ Vi khuẩn *Clostridium botulinum* có khả năng hình thành nha bào rất bền nhiệt;

+ Vi khuẩn *Clostridium botulinum* sinh độc tố, gây nguy hiểm cho người sử dụng dù với hàm lượng độc tố rất nhỏ;

+ Vi khuẩn *Clostridium botulinum* hiện diện khắp nơi và hầu hết trong mọi thực phẩm đều nhiễm vi sinh vật này.

• Khi xác định nhiệt độ thanh trùng, phải chú ý nhiệt độ đó phải là nhiệt độ của cả khối sản phẩm cần được thanh trùng, phải là nhiệt độ ở vị trí trung tâm của hộp (đối với đồ hộp sản phẩm đặc thì vị trí trung tâm là ở giữa hộp, đối với đồ hộp sản phẩm lỏng thì vị trí trung tâm nằm ở 2/3 của hộp). Trong thực tế, nhiệt độ ở vị trí này gần bằng nhiệt độ ở thiết bị thanh trùng đối với đồ hộp lỏng, hoặc thấp hơn nhiệt độ ở thiết bị thanh trùng 0,5 - 1,5°C đối với đồ hộp đặc.

♣ **Công thức tiệt trùng:** $a\frac{A-B-C}{T}$,

Trong đó: a: Thời gian đuổi không khí ra khỏi thiết bị thanh trùng (bằng hơi nước), tính bằng phút. Thời gian đuổi khí thường kéo dài: 5 - 10 phút. Nếu thanh trùng trong thiệt bị hở (bằng nước) thì không có thời gian đuổi khí a.

A: Thời gian nâng nhiệt độ, trong thiết bị thanh trùng đã chứa đồ hộp, từ nhiệt độ ban đầu tới nhiệt độ thanh trùng cần thiết (phút).

B: Thời gian giữ nhiệt độ không đổi trong thiết bị thanh trùng (phút).

C: Thời gian hạ nhiệt từ nhiệt độ thanh trùng tới nhiệt độ có thể lấy đồ hộp ra (phút).

T: Nhiệt độ thanh trùng (^oC).

P: Áp suất đối kháng cần tạo ra trong thiết bị thanh trùng (atm). Tùy thuộc vào tính chất bao bì, thành phần thực phẩm trong hộp và đặc biệt là nhiệt độ thanh trùng để chọn áp suất đối kháng cho phù hợp. Thường khoảng 0,4 – 1,4 atm.

♣ **Các giai đoạn tiệt trùng:**

Quá trình khử trùng bao gồm bốn giai đoạn riêng biệt.

1. Sản phẩm phải được làm nóng đến nhiệt độ 110 °C - 125 °C để đảm bảo tiệt trùng.
2. Sản phẩm đòi hỏi một vài phút để cân bằng nhiệt ở bề mặt so với phần trung tâm.
3. Sản phẩm phải được giữ tại nhiệt độ này trong một khoảng thời gian nhất định để đảm bảo một giá trị xác định trước khử trùng do giá trị D_{10}.
4. Sản phẩm được làm nguội để tránh hiện tượng quá nhiệt.

Trên thực tế, tiệt trùng hoàn toàn sẽ dẫn đến suy giảm chất lượng và chất dinh dưỡng sản phẩm.

Vì thế, trong thực tế, tiệt trùng thương mại là mục tiêu: một sản phẩm đã được xử lý tối ưu ở mức trong điều kiện bình thường, sản phẩm sẽ không bị hỏng cũng không gây nguy hiểm cho sức khỏe của người tiêu dùng và cũng giữ lại các tính chất cảm quan và chất dinh dưỡng

Độ pH của sản phẩm là một yếu tố quan trọng trong việc xác định chế độ tiệt trùng.

♣ **Các phương pháp tiệt trùng bằng nhiệt:**

Phương pháp UHT (Ultra-high temperature)

Phương pháp UHT khử trùng thực phẩm ở nhiệt độ lớn hơn 100ºC. Phương pháp UHT tiêu diệt toàn bộ VSV và bào tử, kể cả vi sinh vật chịu nhiệt có bào tử.

Thực phẩm được xử lí bằng phương pháp UHT có thể để được đến 6 tháng mà không cần làm lạnh

Thực phẩm được khử trùng trước khi đóng gói, rồi được đóng gói vào các đồ chứa đã được khử trùng trong điều kiện vô trùng (aseptic process).

Một số sản phẩm thực phẩm khử trùng bằng phương pháp UHT:

- Các sản phẩm dạng lỏng: sữa, nước ép hoa quả, kem sữa chua, rượu, nước sốt rau xà lách.

- Thực phẩm có hạt nhỏ riêng biệt: thực phẩm cho em bé, các sản phẩm cà chua, súp, nước ép rau và trái cây.

- Thực phẩm có hạt lớn: các món hầm.

Phương pháp tiệt trùng nhiệt độ cao kết hợp áp suất

Gia tăng nhiệt độ bằng hơi nước bảo hoà dưới một áp suất lớn hơn áp suất bình thường của khí quyển. Khi áp suất hơi nước tăng lên thì nhiệt độ cũng tăng theo.

Dưới áp suất cao và nhiệt độ cao, tế bào dinh dưỡng và bào tử của VSV đều bị tiêu diệt (*Clostridium botulinum*).

3.3.2.2. Phương pháp sử dụng nhiệt độ thấp

Tác dụng của nhiệt độ thấp đối với VSV:

Nhiệt độ thấp không tiêu diệt được VSV nhưng ức chế mọi hoạt động sống của chúng: đa số chuyển sang dạng tiềm sinh.

Nhiệt độ thấp làm giảm năng lượng hoạt động các chất trong tế bào. Làm các phản ứng sinh hóa tiến hành khó khăn hơn.

Nhiệt độ thích nghi nhất: 35 - 37 ºC.

Nhiệt độ cực tiểu: 0 - 4 ºC.

Ảnh hưởng nhiệt độ thấp đến chất lượng thực phẩm:

Chất đạm: đông ở -20 ºC, sau 6-12 tháng bị phân giải nhẹ.

Chất béo: acid béo; thay đổi tính hòa tan vitamin A.

Vitamin: thay đổi tùy nhiệt độ và thời gian bảo quản.

Carbohydrate: ít thay đổi. 1 ít saccharose bị hoàn nguyên.

Chất khoáng: giữ nguyên giá trị dinh dưỡng.

Nếu làm lạnh từ từ làm nước trong thực phẩm đóng băng từ từ sẽ làm hình thái thực phẩm bị biến dạng, tế bào bị phá vỡ → giảm giá trị dinh dưỡng (sau khi làm ấm).

Bảng 3.4: Sự liên quan giữa nhiệt độ và a_w của thực phẩm

Nhiệt độ, °C	a_w
- 1	0,99
- 5	0,95
-10	0,91
-18	0,84
-24	0,79
-30	0,75

a) Phương pháp ướp lạnh

Chủ yếu bảo quản rau quả tươi, thịt cá tươi. Có thể ướp đá hoặc bảo quản trong phòng lạnh.

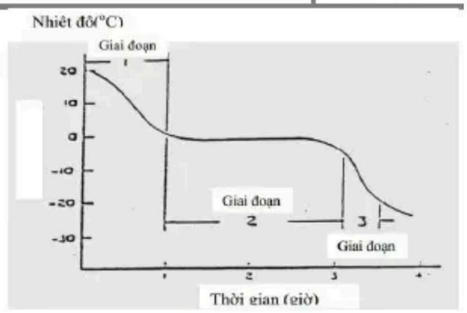
Nguyên tắc: Nhiệt độ hạ xuống gần bằng điểm đóng băng của dịch bào (gần 0 °C đối với rau củ và -1 °C đối với thịt cá). Lúc này tinh thể nước đá chưa xuất hiện, hệ thống men (trong nguyên liệu và trong VSV) hoạt động yếu đi → kìm hãm những biến đổi về lý, hóa, sinh; hoạt động VSV. Với phương pháp này thực phẩm có thể được bảo quản trong vài ngày hoặc vài tháng.

Làm lạnh có tác dụng làm tăng phẩm chất một số thực phẩm:

- Thịt được chín hóa học nên tích tụ nhiều acid lactic, hương vị thơm ngon
- Cá muối, thịt muối được thấm muối tốt hơn và có màu sắc tươi hơn
- Các loại rượu, bia, nước giải khát hấp dẫn khẩu vị người tiêu dùng hơn.

b) Phương pháp lạnh đông

Định nghĩa: Lạnh đông là một quy trình công nghệ chuyển hóa hoàn toàn hoặc phần lớn lượng nước trong nguyên liệu sang dạng rắn (băng) khi hạ nhiệt độ của nguyên liệu xuống thấp hơn điểm đóng băng của dịch mô. Phương pháp này giúp bảo quản thực phẩm được từ vài tháng đến vài năm.



Quá trình lạnh đông gồm 3 giai đoạn:

Giai đoạn 1: làm lạnh tới điểm đóng băng

Giai đoạn 2: đóng băng ở điểm đóng băng

Giai đoạn 3: tiếp tục làm lạnh đông đến nhiệt độ bảo quản lạnh đông.

Mục đích:

+ Ngăn chặn sự phát triển của vi sinh vật và các enzym gây ra do phần lớn nước trong thực phẩm bị đóng băng làm màng tế bào của vi sinh vật bị nén mạnh.

+ Làm chậm các phản ứng sinh hóa xảy ra trong cơ thể

+ Sản xuất các mặt hàng phục vụ cho nhu cầu xuất khẩu

+ Đảm bảo cung cấp quanh năm.

Nhiệt độ làm lạnh đông tốt nhất khi lượng nước còn lại trong thực phẩm bị đóng băng chiếm không quá l5%. Vì vậy, người ta chỉ ướp đông thịt, cá đến -32 (- 35) ºC, rau quả -20 (- 27) ºC.

Các phương pháp lạnh đông: Gồm 3 phương pháp:

- Lạnh đông chậm: tinh thể tạo ra ít, kích thước lớn làm vỡ màng tế bào → gây tổn hao chất dinh dưỡng khi rã đông → phẩm chất biến đổi nhiều.

- Lạnh đông nhanh: → tinh thể nước tạo ra nhỏ → khi làm tan giá, nước trong tế bào ít chảy ra → không hao tổn nhiều chất dinh dưỡng → phẩm chất ít bị biến đổi.

- Lạnh đông cực nhanh: tinh thể đá tạo ra rất nhỏ và ào ạt giúp giữ nguyên chất lượng của sản phẩm. Phương pháp này thường áp dụng cho sản phẩm dạng rời.

Các thiết bị lạnh đông: Gồm:

3.3.3. Các phương pháp lạnh đông kết hợp

3.3.3.1. Làm lạnh cao áp

Nhiệt độ thay đổi pha của nước giảm khi áp suất khí quyển tăng lên. Hiện tượng này có thể được sử dụng để tiến hành tan băng hoặc đóng băng nhanh các loại thực phẩm có chứa một lượng nước đáng kể như thịt.

Đóng băng nhanh thịt có sử dụng áp suất cao có thể đạt được bằng cách làm lạnh tại - 20 °C và 2 kbar. Sau tác động cao áp, sự kết tinh tức thời và đồng nhất xảy ra với sự hình thành tinh thể băng rất nhỏ.

Phương pháp này đã được chứng minh để cải thiện kết cấu tính chất của thịt lợn đông, một số loại rau.

Nó cũng được sử dụng để bảo quản sản phẩm cá: áp lực cao trên 4 kbar đã được chứng minh để ức chế enzyme hoạt động gây những thay đổi không mong muốn trong chất lượng thủy sản, làm cho sản phẩm ổn định hơn khi bảo quản đông lạnh. Nó cũng đã được chứng minh để sản xuất kamaboko với một bề mặt mịn và tính tạo gel tốt.

Rã đông cao áp cũng cung cấp một số lợi thế so với rã đông ở áp suất khí quyển, bao gồm cả việc giảm thời gian rã đông 2 - 5 lần và một phần tiêu huỷ hoặc hạn chế tăng trưởng tác nhân gây bệnh. Zhao et al. (1998) đã chỉ ra rằng rã đông ở áp suất cao giúp duy trì các tính chất cảm quan của thịt bò, sản phẩm thủy hải sản .

Tuy nhiên, nghiên cứu thêm về khả năng giữ nước và biến tính của protein trong quá trình rã đông cao áp là cần thiết (Knorr et al., 1998).

3.3.3.2. Làm lạnh chân không

Khi áp suất giảm, thì nhiệt độ sôi của nước cũng *giảm*. Khi áp lực đạt đến 23 mbar : nhiệt độ sôi giảm xuống 20 °C. Lúc P = 6 ÷ 8 mbar, nước sôi ở 0-5 °C.

Tại các điểm sôi thấp nhiệt ẩn bên trong thịt đã nấu chín (cooked) bốc hơi nhanh chóng và tiếp tục làm lạnh (Wang và Sun, 2002a). Các thử nghiệm đã chỉ ra rằng làm mát chân không có thể làm lạnh các khối thịt lớn trong ít hơn 2,5 giờ (McDonald et al., 2002).

Ví dụ: Giăm bông và khối thịt bò có trọng lượng từ 4,5 đến 4,9 kg giảm đến 10 °C trong 2,3 giờ (Kenny et al., 2002). Trong khi đó, làm lạnh bằng tủ đông gió các khối thịt có kích thước tương tự có thể mất hơn 9 giờ và ngâm không khí lạnh và làm lạnh chậm : mất hơn 14 giờ để đạt đến nhiệt độ tương tự (Wang và Sun, 2002b, 2002c).

3.3.3.3. Dùng sóng siêu âm

Siêu âm là một sóng áp lực. Sóng áp lực xuyên qua nước siêu lạnh (supercooled) có thể tạo ra quá trình chuyển đổi thành băng.

Dưới ảnh hưởng của siêu âm mầm của các tinh thể băng hình thành nhanh chóng với số lượng nhiều. Ngoài ra, với một số lượng lớn hơn các hạt, kích thước cuối cùng của các tinh thể nước đá nhỏ hơn và tổn thương tế bào bị giảm xuống.

3.3.4. Phương pháp lạnh đông CAS

CAS (Cells Alive System) là công nghệ bảo quản thực phẩm đông lạnh hiện đại của tập đoàn ABI (Nhật Bản). Bằng sáng chế công nghệ CAS do ABI sở hữu hiện đang được hơn 22 quốc gia và Cơ quan Sáng chế châu Âu công nhận bảo hộ.

Tại Mỹ, sáng chế này được cấp bằng với tên gọi: phương pháp và thiết bị đông lạnh nhanh (Quick freezing apparatus and quick freezing method), số bằng: US 7810340, ngày 12/10/2010, tác giả: Norio Owada và Shobu Saito.

3.3.4.1. Khái niệm

Công nghệ CAS (tạm dịch: Công nghệ bảo quản tế bào), nghĩa là bảo quản nông phẩm mà các cấu trúc tế bào của chúng vẫn còn nguyên vẹn, hoạt động bình thường, giống như khi vừa thu hoạch.

Đây là công nghệ làm lạnh triệt để, luôn duy trì nhiệt độ lạnh từ -35 ºC đến -45 ºC mà không hề làm tổn thương các thành lẫn màng tế bào nên các thành phần, hương vị của thực phẩm vẫn tươi ngon tới 99,7 % như vừa thu hoạch, thời hạn bảo quản có thể từ 1-2 năm , thậm chí lên đến 10 năm (bảo quản gạo).

Thực phẩm được bảo quản bằng công nghệ CAS sau khi rã đông không có "hiện tượng nhỏ giọt"- hiện tượng thành tế bào bị tổn thương trong quá trình lạnh đông gây thất thoát chất dinh dưỡng từ bên trong tế bào ra môi trường bên ngoài khi rã đông.

Do đó với công nghệ CAS thì thực phẩm sau rã đôngkhông làm mất các thành phần dinh dưỡng và giảm đáng kể lượng chất thải.

Hiện nay ở Nhật Bản, công nghệ CAS đã và đang được ứng dụng trong Y học như bảo quản máu, nha chu răng và nội tạng của người

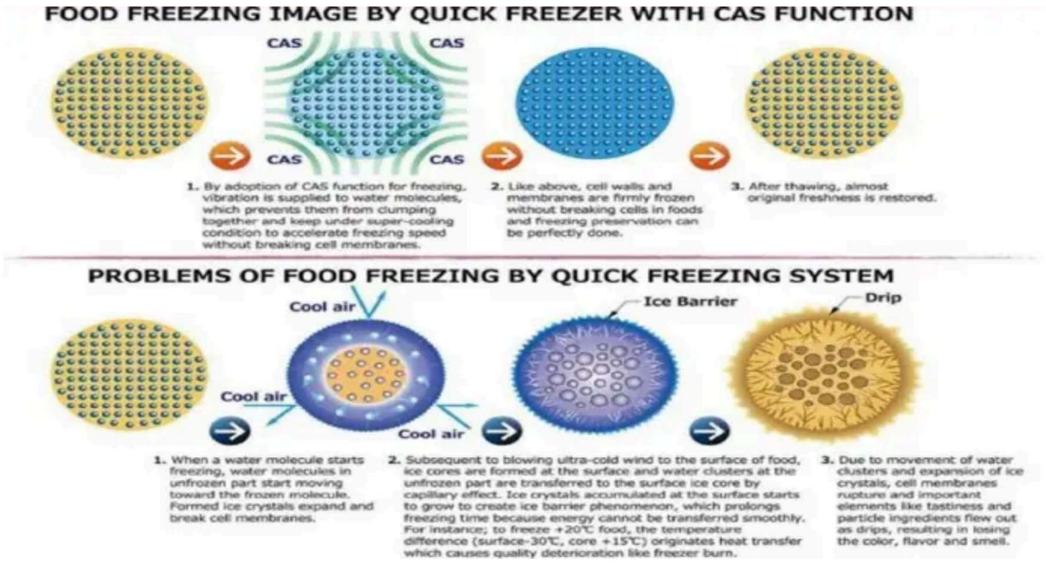
Ví dụ: Nếu một trái tim trước đây phải được cấy ghép trong vòng 10 - 14 tiếng, thì với CAS tim có thể "sống" đến 10 ngày ở nhiệt độ âm 30 đến âm 40 độ C. Công nghệ CAS cũng được ngân hàng răng sữa Future Health Biobank (Fribourg, Thụy Sĩ) tin dùng, lưu trữ răng như một nguồn tế bào gốc thay thế.

3.3.4.2. Nguyên lý

Công nghệ CAS thực chất là một thiết bị làm lạnh kiểu công nghiệp, có khả năng làm lạnh nhanh triệt để.

Nguyên lý cơ bản của công nghệ CAS là sự kết hợp giữa quá trình lạnh đông nhanh (-30 đến - 60^{o}C), một xung từ trường, sóng tần số thấp và các hình thức khác nhau của năng lượng yếu để tạo ra một từ trường (50 Hz đến 5 MHz) xung quanh sản phẩm.

Một trong những lợi thế chính của công nghệ CAS là phân tử nước vón cục có thể được ngăn ngừa bằng năng lượng từ trường yếu phát ra từ hệ thống CAS nên cấu trúc chất lượng, hương vị của nông phẩm được bảo toàn hầu như nguyên vẹn.



Hệ thống thiết bị phát từ trường một chiều (có cường độ dao động trong một phạm vi được xác định trước), tạo năng lượng yếu phân bố đều, làm nới lỏng các phân tử tế bào thực phẩm mà không phá vỡ thành và màng, các tế bào này cùng với các phân tử nước tạo thành hỗn hợp cùng đông lạnh mà không bị tách biệt nên hạn chế tình trạng đóng băng như ở các công nghệ bảo quản truyền thống.

Năng lượng hỗn hợp được tạo bởi máy phát chức năng CAS do ABI chế tạo, gây rung nhằm ngăn ngừa các phân tử nước liên kết tạo băng và giữ cho điều kiện lạnh luôn ở mức triệt để, ở dạng tinh thể băng cực nhỏ. Các tinh thể băng cực nhỏ này không hề làm phá vỡ thành lẫn màng tế bào thực phẩm nên vẫn duy trì được sự tươi nguyên như vừa thu hoạch.

Quá trình làm lạnh nhanh của CAS chia thành 3 giai đoạn:

Bước 1: dùng năng lượng yếu để hạn chế phân tử nước vón cục và duy trì ở điều kiện siêu lạnh (supercooled- trạng thái nước không đóng băng ngay cả dưới 0 độ C hoặc thấp hơn) nhằm gia tốc quá trình làm lạnh.

Bước 2: các màng và thành tế bào được làm lạnh một cách ổn định nên không gây tổn thương đến sản phẩm bảo quản

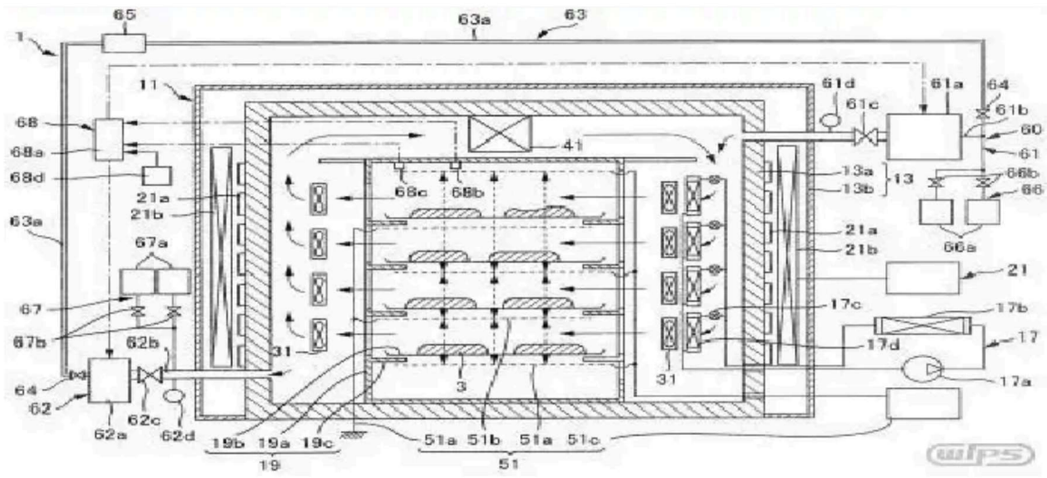
Bước 3: sản phẩm sau khi làm lạnh có thể bảo quản từ 1 - 3 năm, thậm chí 10 năm vẫn bảo đảm chất lượng như mới.

3.3.4.3. Thiết bị

Công nghệ CAS thực chất là một thiết bị làm lạnh kiểu công nghiệp, có khả năng làm lạnh nhanh triệt để.

Hệ thống CAS theo sáng chế US 7810340 gồm:

- Kho đông lạnh có bộ điều chỉnh áp suất khí (60),
- Quạt thổi không khí lạnh (31) vào sản phẩm đặt bên trong với tốc độ gió 1-5 m/giây
- Thiết bị phát từ trường (21).



3.3.4.4. Ưu điểm

❖ Bảo quản chế biến thực phẩm tươi như thủy hải sản, nông sản, thực phẩm trong thời gian 1 – 2 năm, thậm chí hơn 10 năm (như bảo quản gạo).

❖ Không phá vỡ kết cấu mô tế bào, kết cấu thực phẩm

❖ Giữ được chất lượng thực phẩm còn nguyên vẹn: Giữ được nước trong sản phẩm; các hợp chất sinh học, axit amin, vitamin.

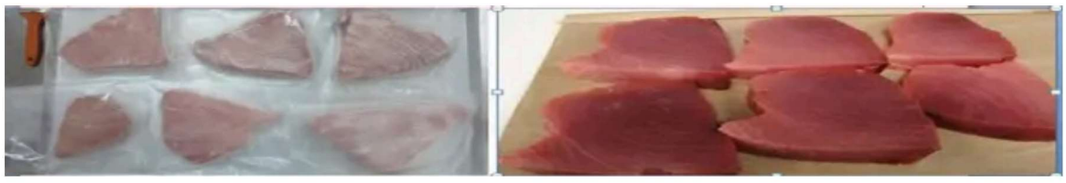
❖ Ngăn chặn quá trình oxy hóa và phân hủy protein.

❖ Giữ được màu sắc, hương vị tươi ngon ban đầu;

Hệ thống CAS khi kết hợp với thiết bị làm lạnh nhanh sẽ có khả năng làm đông lạnh hỗn hợp nước và chất màu một cách đồng đều. Còn thiết bị làm lạnh nhanh không được kết hợp với hệ thống CAS, khi làm đông lạnh cho kết quả hỗn hợp nước và chất màu bị đóng băng thành 2 phần tách biệt. Kết quả thí nghiệm này cho thấy tính năng nổi bật của công nghê bảo quản CAS.

3.3.4.5. Ứng dụng

Hiện nay công nghệ CAS đã được ứng dụng rất rộng rãi ở Việt Nam và đang được nghiên cứu trên các đối tượng thực phẩm có giá trị xuất khẩu khác nhau như: các loại thủy hải sản (tôm sú, mực, cá ngừ đại dương), các loại trái cây (quả vải, nhãn, cam, thanh long,v.v.



3.3.5. Chất bảo quản lạnh (cryoprotectant)

Chất bảo quản lạnh là những hợp chất mà nâng cao chất lượng và kéo dài hạn sử dụng của các loại thực phẩm đông lạnh.

Chúng bao gồm các loại đường, acid amin, các polyol, metyl amin, carbohydrate, một số protein và thậm chí cả các muối vô cơ, chẳng hạn như kali photphat và amoni sunfat.

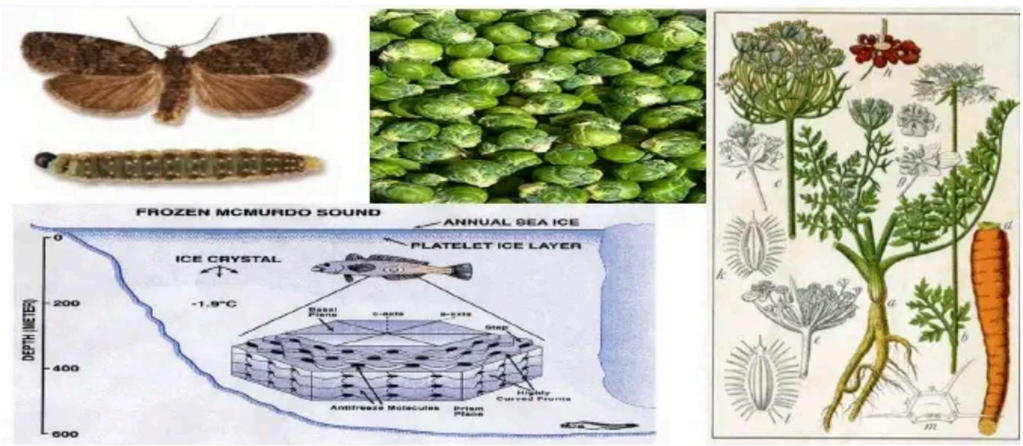
Hiện nay việc sử dụng các protein chống đông (AFP – antifreeze protein) rất phổ biến. Việc bổ sung các AFPs vào thịt đã được chứng minh giúp kiểm soát kích thước tinh thể băng, giảm tổn thất chất dinh dưỡng và duy trì chất lượng kết cấu .

Phương pháp bổ sung : ngâm các cơ bắp trong AFP, hoặc tiêm AFP vào máu trước khi giết mổ.

Đối với philê cá và cơ gia cầm: khó khăn chính là tìm kiếm pp thích hợp để AFP xâm nhập vào cấu trúc cơ bắp mà không gây ra sự gián đoạn / hư hại.

Protein chống đông đươc tìm thấy tự nhiên trong một số loài cá . Bốn protein chống đông khác nhau đã được xác định trong các loại cá khác nhau, được gọi đơn giản như AFP I, AFP II, v.v. (Cheng, 1998).

Trong các protein chống đông đặc biệt đã được chiết xuất từ lúa mạch đen mùa đông, trong cà rốt, bắp cải Brucxen và một số loài côn trùng (sâu vân sam chồi).



Hình 3.2: Một số nguồn APF

Các hợp chất này có hiệu quả hơn 300 lần so với chất chống đông lạnh hóa học thông thường ở cùng nồng độ. Đặc biết hiệu quả của các protein cá chất chống đông trong việc ức chế sự phát triển băng cho thấy rằng họ có thể được sử dụng để ngăn chặn đóng băng của thực phẩm đông lạnh và kháng lạnh trong thực vật sống, cũng như đối với bảo quản lạnh các mô và cơ quan.

Cho đến nay, các nhà điều tra NSF tài trợ đã giới thiệu thành công hai trong bốn loại khác nhau của protein chống đông từ cá vào nấm men và vi khuẩn thông qua công nghệ DNA tái tổ hợp. Sử dụng những gen nhân bản và công nghệ phân tử, các nhà nghiên cứu có thể sản xuất số lượng lớn các protein chống đông thông qua quá trình lên men quy mô lớn.

3.4. Phương pháp lên men

3.4.1. Giới thiệu chung

Quá trình lên men có thể được mô tả như một quá trình trong đó các vi sinh vật thay đổi cảm quan (hương vị, mùi, vv) và các tính chất chức năng của một thực phẩm để tạo ra sản phẩm cuối cùng đáp ứng mong muốn cho người tiêu dùng.

Quá trình lên men, cùng với ướp muối, nấu, hun khói, và phơi nắng, là một trong những truyền thống cổ xưa sớm nhất được phát triển bởi các nền văn hóa trên toàn thế giới để mở rộng thời gian lưu trữ có thể có của các loại thực phẩm.

Từ hàng nghìn năm trước, thịt động vật và thực vật đã được lên men. Trái cây lên men có lẽ là một trong những thực phẩm lên men đầu tiên được sử dụng.

Các phương pháp lên men đã được phát triển bằng cách thử, sữa chữa lỗi và từ kinh nghiệm của nhiều thế hệ.

3.4.2. Định nghĩa

Quá trình trong đó các vi sinh vật thay đổi cảm quan (hương vị, mùi, vv) và các tính chất chức năng của một thực phẩm để tạo ra sản phẩm cuối cùng đáp ứng mong muốn cho người tiêu dùng. Vi sinh vật có thể cải thiện khả năng cạnh tranh của mình bằng cách thay đổi môi trường để nó trở nên ức chế hoặc gây chết các sinh vật khác đồng thời kích

thích sự tăng trưởng của chính nó, và sự lựa chọn này là cơ sở cho việc bảo quản bằng cách lên men.

Bảng 3.5: Ví dụ một số sản phẩm lên men phổ biến: loại nguyên liệu và VSV

Loại thực phẩm	Nguyên liệu	Loại VSV
Rượu	Nho	Nấm men
Bia	Lúa mạch	Nấm men
Rượu táo	Táo	Nấm men
Rượu sake	Gạo	Nấm mốc
Bánh mì	Bột mì	LAB
Yagourt	Sữa	LAB
Phô mát	Sữa	LAB
Kefir	Sữa	LAB, nấm men
Giấm	Nho	Nấm men +*Acetobacter* (hoặc *Gluconobacter)*
Tempeh	Đậu tương	*Nấm mốc*
Nước tương	Đậu tương	Nấm mốc + nấm men
Nước mắm	Cá	*LAB+enzym nội tại*
Xúc xích lên men	Thịt	*LAB+nấm mốc*
Bắp cải muối	Bắp cải	*LAB*
Dưa chuột muối	Dưa chuột	*LAB+nấm men*

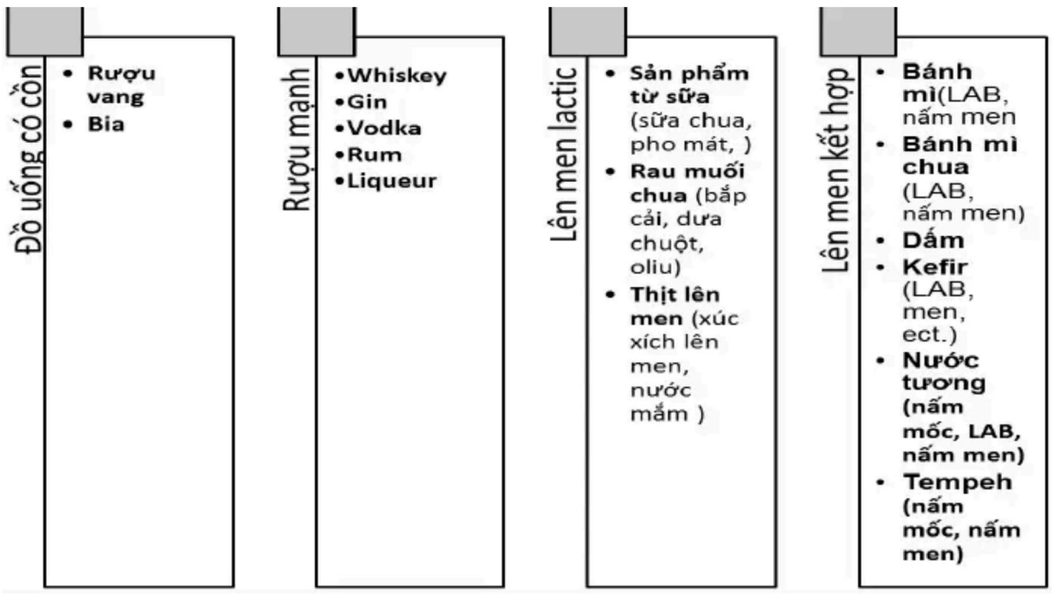
3.4.3. Phân loại

Thực phẩm lên men được phân loại theo nhiều cách khác nhau. Chúng có thể được phân loại dựa trên các vi sinh vật, hóa sinh, hoặc trên các loại sản phẩm.

Campbell-Platt (1987) phân loại 7 nhóm thực phẩm: đồ uống, các sản phẩm ngũ cốc, các sản phẩm từ sữa, các sản phẩm cá, rau và trái cây, các loại đậu, và sản phẩm thịt.

Steinkraus (1997) phân loại lên men theo kiểu lên men, ví dụ, các loại rượu vang có cồn, bia, và kiềm dawadawa Nigeria.

Trong giáo trình này, quá trình lên men được nhóm về các sản phẩm sinh hóa sử dụng để chuyển đổi các thực phẩm, ví dụ, sản xuất axit lactic, axit acetic, ethanol và CO_2.



3.4.4. Các tác nhân làm tăng tính bền và an toàn của thực phẩm lên men

Các tác nhân được tạo thành bởi quá trình trao đổi chất của LAB làm tăng tính bền và an toàn của thực phẩm lên men gồm:

- Tạo ra các axit hữu cơ: lactic acid, acetic acid, and formic acid→ giảm pH.
- Tạo điện thế oxi hóa khử thấp.
- Làm chất dinh dưỡng cạn kiệt.
- Tích lũy các chất ức chế: toxins, bacteriocins , antibiotics, lactococcins, nisin, natamycin, hydrogen peroxide.
- Tạo các sản phẩm phụ như: Ethanol/ Diacetyl/ Carbon dioxide.

3.4.5. Lợi ích của lên men thực phẩm

- Bảo quản sản phẩm thu hoạch hay giết mổ rộ vào mùa vụ và phân phối sản phẩm
- Cải thiện các tính chất cảm quan của nguyên liệu.
- Quá trình lên men có nhu cầu năng lượng thấp và thường có thể được thực hiện mà không cần công nghệ cao và nhà máy hiện đại → chi phi sản xuất thấp.
- Dễ bảo quản và vận chuyển.
- Thời hạn sử dụng kéo dài
- Ngoài ra, một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng người tiêu dùng coi các sản phẩm thực phẩm lên men là "tốt cho sức khỏe" và "tự nhiên" nên nhu cầu tiêu thụ ngày càng tăng → đem đến lợi nhuận cho nhà sản xuất.

3.5. Phương pháp hóa học

3.5.1. Định nghĩa chất bảo quản

Nguyên lý chính: sản phẩm vẫn bảo quản được bằng các phương pháp vật lý nhưng sử dụng phương pháp hóa học để bảo quản vẫn được chấp nhận (bởi cơ quan y tế, v.v.)

Chất bảo quản: - là các chất ở điều kiện nhất định, hoặc trì hoãn sự phát triển của vi sinh vật mà không nhất thiết phải phá hủy chúng hoặc ngăn chặn suy giảm chất lượng trong quá trình sản xuất và phân phối.

- Có thể là chất tự nhiên hoặc chất tổng hợp được thêm vào các sản phẩm như thực phẩm để ngăn ngừa sự suy giảm chất lượng gây ra bởi sự tăng trưởng của vi khuẩn hoặc do những thay đổi hóa học không mong muốn.
- Các chất được thêm vào với số lượng rất thấp (lên đến 0,2%) mà không làm thay đổi các tính chất cảm quan và hóa lý của các loại thực phẩm hoặc nếu có thì rất ít.

Phương pháp này thường được dựa trên các sự kết hợp của một số phụ gia, các thông số nội tại của sản phẩm và các yếu tố bên ngoài.

Chất bảo quản, gia vị, hương liệu đã được thêm vào thực phẩm đã từ hàng ngàn năm trước. Các hợp chất này được bổ sung vào thực phẩm được gọi là các chất phụ gia thực phẩm

Chất bảo quản thực phẩm được bổ sung vào thực phẩm như chất phụ gia trực tiếp trong quá trình chế biến, hoặc được tạo thành bởi chính mình trong quá trình chế biến như lên men.

3.5.2. Phân loại chất bảo quản

Gồm 2 nhóm chính :

Chất tác động đến sự phát triển của vi sinh vật và chất chống oxy hoá.

Và 8 nhóm nhỏ: Chất bảo quản thực phẩm truyền thống/ Acidulants/Chất bảo quản ở dạng khí/Chất chống oxy hóa/Phụ gia tạo màu /. Phụ gia tạo vị/. Chất tạo ngọt /Chất tạo nhũ).

3.5.2.1. Chất chống oxy hóa

Các chất chống oxy hóa có đặc tính dễ bị oxi hóa hơn so với các chất béo có trong thực phẩm. Sự oxi hóa các hợp chất chống oxi hóa sẽ làm giảm sự oxi hóa của các chất béo trong thực phẩm.

Các chất chống oxy hóa có hai dạng như sau:

+ Axit (hoặc muối hay ester của chúng) như axit citric, axit ascorbic, v.v.

+ Hợp chất phenol làm chậm khả năng oxy hóa chất béo và dầu có trong thực phẩm.

Các chất chống oxy hóa được sử dụng nhiều nhất là butylated hydroxy anisol (BHA), butylated hydroxy Toluence (BHT), Propyl Gallate, Tocopherol (Vitamin E), Ascorbic Acid (vitamin C) và Lecithin tự nhiên/ tổng hợp.

BHA + BHT là tần số được sử dụng trong nhiều loại sản phẩm bởi vì chúng tương đối bền với nhiệt và vẫn duy trì hiệu quả chống oxy hóa trong sản phẩm nấu chín.

Một số chất chống oxy hoá đã dùng và có triển vọng dùng ở nước ta:

+ Axit ascorbic (vitamin C): bảo quản thịt đóng thùng; hoa quả đóng lọ, làm chất chống oxy hoá dầu mỡ.

+ Axit citric, acid limonic: bảo quản sản phẩm sữa, kẹo, nước giải khát.

+ α-tocopherol (vitamin E): là chất chống oxi hóa tự nhiên, có trong một số dầu mỡ tự nhiên như dầu đậu tương, dầu hạt bông, dầu mầm ngũ cốc. Trong kỹ thuật bảo quản, người ta dùng dung dịch pha trong dầu, không chứa ít hơn 31 % tocopherol.

+ Axit tartric.

♣ **Yêu cầu đối với chất chống oxy hóa sử dụng trong thực phẩm:**

• Không có độc tính.

• Có khả năng hoà tan, hoặc phân tán đồng đều trong khối thực phẩm.

• Tăng khả năng ổn định chất lượng sản phẩm khi hạn chế hay loại bỏ quá trình oxy hóa các chất dễ bị oxy hóa trong sản phẩm.

• Các giá trị dinh dưỡng cơ bản trong thực phẩm phải được bảo tồn.

• Bảo đảm các giá trị cảm quan về màu và mùi, trạng thái của dầu mỡ.

• Bảo đảm việc tiêu thụ thuận lợi khi sử dụng các chất chống oxy hóa.

♣ **Kết hợp giữa chất chống oxy hóa và các kỹ thuật bảo quản khác:**

• Ủ lạnh: bảo quản dầu tinh chế từ cây cải dầu với liều lượng 500 mg tocopherol/kg ở 40^0C trong 2 - 4 tuần. Nếu ủ dầu đó ở 10^0C, có thể bảo quản hơn 15 tháng.

• Nếu rút hết không khí hay bơm khí trơ vào bao gói thực phẩm có thể giảm 50% lượng chất chống oxy hóa.

3.5.2.2. Sulphur dioxide và các muối sulphit

SO_2 và các muối sulphit có thể được thêm vào các loại thực phẩm như: trái cây nhào, bột trái cây và nước trái cây, và mật mía giúp bảo tồn màu sắc → hoạt động như chất chống oxy hóa và kiểm soát sự tăng trưởng của vi sinh vật.

SO_2 và các muối sulphit tan trong nước, và ở mức độ pH thấp → chứa ion HS-, bisulphite và sunfit.

Tại giá trị pH dưới 4,0 hoạt động kháng khuẩn của các muối sulfit đạt tối đa.

Sulphur ức chế enzyme biến nâu và giữ mô thực vật tươi lâu hơn. Nhưng thực tế điều này đã bị cấm bởi FDA vì đã có hơn 100 trường hợp được báo cáo phản ứng có hại kể cả tử vong.

Khoảng 5-11% bệnh nhân hen nhạy cảm với sunphát và có triệu chứng như đau đầu, buồn nôn, đau bụng và chóng mặt.

3.5.2.3. Muối nitrat và nitrit

Hay còn gọi là muối diêm, đã được sử dụng như chất bảo quản cho thịt trong nhiều thế kỷ đặc biệt là trong dăm bông, thịt xông khói, xúc xích hun khói và xúc xích khô → tạo vị và giúp ổn định màu.

Nitrit ngăn *Clostridium botulinum* tăng trưởng: phát triển trong điều kiện yếm khí dễ dàng tìm thấy trong dăm bông hoặc trong thịt đã được gói hút chân không.

Tuy nhiên, nitrit có khả năng phản ứng với các axit amin (tìm thấy trong protein của thịt) để tạo thành nitrosamine. Các hợp chất này đã được báo cáo có thể gây ung thư gan ở động vật.

3.5.2.4. Carbon dioxide

CO_2 (đá khô) được sử dụng ở nhiều nước như một phương tiện lưu trữ lạnh và vận chuyển các sản phẩm thực phẩm.

Bên cạnh việc giữ nhiệt độ thấp, vì nó thăng hoa, CO2 khí ức chế sự tăng trưởng của vsv chịu lạnh, và ngăn ngừa sự hư hỏng của thực phẩm (các loại trái cây và rau quả, v.v.).

CO_2 được sử dụng như một phụ gia trực tiếp trong việc lưu trữ các loại trái cây và rau: Dùng MAP và CAS để bảo quản trái cây và rau quả thì sự kết hợp chính xác của O_2 và CO_2 làm chậm cường độ hô hấp và quá trình chín cũng như làm chậm sự phát triển của nấm men và nấm mốc.

CHƯƠNG 4
PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN THỰC PHẨM HIỆN ĐẠI (10 tiết)

4.1. Phương pháp MAP (Modified Asmosphere Packaging)

4.1.1. Giới thiệu chung

Từ khởi đầu khiêm tốn với Brown (1922) thể hiện ảnh hưởng của nồng độ CO_2 và O_2 và nhiệt độ đến sự phát triển của nấm mốc, nhiều nhà khoa học đã phát triển MAP như ngày hôm nay.

Một số công trình đáng chú ý gần đây bao gồm: Seiler (1965), thử nghiệm kéo dài thời hạn sử dụng của bánh ngọt với MAP; Ooraikul (1988), nghiên cứu trên đối tượng bánh mì; Kader et al. (1989), - trái cây và rau quả; Gill (1995), - trên các loại thịt tươi; và Hotchkiss và Langton (1995),- sản phẩm từ thịt và thịt gia cầm.

Ngày nay MAP đã được thương mại hóa, áp dụng cho tất cả sản phẩm tươi và các sản phẩm chế biến.

Cần phân biệt những thuật ngữ mô tả việc sử dụng bầu khí quyển khác nhau từ không khí để kéo dài thời hạn sử dụng của thực phẩm.

Những thuật ngữ này bao gồm: lưu trữ với khí quyển kiểm soát (**CAS**), đóng gói khí quyển kiểm soát (**CAP**), đóng gói chân không (**VP**), và đóng gói với khí quyển cải biến (**MAP**).

Thời hạn sử dụng của thực phẩm thay đổi tùy thuộc vào thành phần, cách chế biến, đóng gói và lưu trữ.

Hạn sử dụng của các sản phẩm tươi sống, chế biến tối thiểu < MAP < CAS.

Ví dụ: Hỗn hợp rau củ có date ≈ 10 ngày, xử lý MAP > 2 tuần.

Thịt bò tươi, thịt lợn, thịt cừu, thịt gà, thịt thỏ xử lý MAP (CO_2 và N_2) kết hợp với bảo quản lạnh (3 ºC) → date > 24 tuần.

Cá tươi xử lý MAP (CO_2 = 25 ÷ 100%), nhiệt độ bảo quản thấp (≤ 0 ºC) -> date > 2 tuần. Nhúng philê cá trong dung dịch axit, chất chống oxy hóa hay chất bảo quản trước khi đóng gói có thể cải thiện chất lượng của sản phẩm.

Đối với nhiều sản phẩm chế biến: bánh nướng, bánh mì, thịt, thực phẩm có độ ẩm trung bình, và các sản phẩm khô: hạn sử dụng lâu hơn đáng kể khi xử lý MAP (Bánh sandwich nhân thịt xử lý MAP (60 % CO_2 and 40 % N_2) , bảo quản lạnh → date ≈ 30 ngày).

Mục đích chính của công nghệ MAP là kéo dài thời hạn sử dụng của sản phẩm bằng cách làm chậm được tỷ lệ hư hỏng trong khi vẫn duy trì sự an toàn và chất lượng chung.

4.1.2. Khái niệm MAP

Khái niệm: Là một kỹ thuật bao gói các sản phẩm dễ hư hỏng trong điều kiện thành phần khí quyển trong bao bì đã được thay đổi khác với thành phần không khí thông thường.

Nguyên tắc: Sử dụng bao bì thấm khí chọn lọc nhằm làm chậm quá trình hư hỏng của thực phẩm. Phương pháp này thường được sử dụng song song với phương pháp bảo quản lạnh để làm tăng hiệu quả bảo quản.

Như vậy, thành phần khí quyển trong bao bì thực phẩm có thể khác với không khí bên ngoài và thành phần này cũng có thể bị thay đổi trong suốt thời gian bảo quản do các biến đổi sinh hóa trong thực phẩm gây ra.

Lưu ý: MAP không giúp cải thiện chất lượng của sản phẩm trong suốt quá trình bảo quản.→ kết hợp MAP với các điều kiện thực hành sản xuất, vệ sinh sốt và kiểm soát tốt các điều kiện sản xuất.

4.1.3. Bao bì MAP

Lựa chọn vật liệu bao gói dựa trên tính chất của sản phẩm được đóng gói.

- Các sản phẩm đòi hỏi phải loại trừ các chất khí O_2 và / hoặc duy trì nồng độ cao của CO_2 phải có tính thẩm thấu rất thấp đối với các khí này ở nhiệt độ và độ ẩm bảo quản.

Ví dụ: hầu hết sản phẩm bánh được bao gói bởi polyvinyl clorua (PVC), polyvinylidene clorua (PVDC), nylon, ethylene vinyl alcohol (EVOH), hoặc lá nhôm.

- Sản phẩm tươi đòi hỏi một lượng nhất định của O_2 để duy trì hoạt động sinh lý (hô hấp, chín, v.v.) hoặc thịt đỏ cần O_2 để duy trì nó màu đỏ tươi sáng → Do đó, vật liệu

đóng gói cho các sản phẩm này phải có sự chọn lọc thẩm thấu O_2, CO_2 và hơi ẩm: cho phép khuếch tán đủ O_2 từ không khí vào các gói, đồng thời ngăn chặn sự mất mát quá nhiều CO_2 và độ ẩm (hơi nước).

Vật liệu plastic là vật liệu phổ biến nhất được sử dụng trong kỹ thuật MAP. Hầu kết các bao bì plastic được sử dụng đều là màng ghép nhiều lớp (multilayer) bởi vì hầu như không một vật liệu nào có thể đáp ứng được tất cả các yêu cầu của các loại thực phẩm.

Bảng 4.1: Đặc tính chống thấm của một số loại bao bì

Loại bao bì	Tính thấm	Tính chống thấm
PE (Polyethylene)	O_2, CO_2, N_2 và dầu mỡ	Nước và hơi nước
PP (Polypropylen)		O_2, hơi nước, dầu mỡ và các khí khác
PVC (Polyvinylchloride)	Hơi, nước	
PET (Polyethylene terephthalate)		O_2, CO_2
PS (polystyren)	Dầu, nước muối	
Xelophan	Nước và hơi nước	O_2, CO_2 và dầu mỡ, tinh dầu

4.1.4. Kỹ thuật và thiết bị MAP

4.1.4.1. Kỹ thuật bao gói

Quy trình gồm 7 bước như sau:

1. Tạo bao bì hoặc đưa bao bì từ bên ngoài vào,
2. Chiết rót sản phẩm (hoặc đưa bao bì đã chứa thực phẩm vào),
3. Hút chân không,
4. Nạp khí quyển điều chỉnh,
5. Làm kín,
6. Cắt rìa bao bì,
7. Dán nhãn.

4.1.4.2. Thiết bị

Snorkel machines – Máy sử dụng ống hút khí để hút chân không,

Vacuum chamber machines – Máy hút khí bằng buồng hút chân không,

Form, fill and seal machines,

Thermo-forming packaging machines.

4.1.4.3. Thành phần không khí bảo quản

1. Loại khí chính: CO_2, N_2 and O_2.
2. Loại khí phụ: CO, SO_2, N_2O, NO, He, H_2, Ar, ethylene oxide, propylene oxide, and Cl_2.

Việc chọn lựa loại chất khí sử dụng và thành phần khí quyển hoàn thoàn phụ thuộc vào loại thực phẩm sẽ bao gói.

Ví dụ: Ar có thể ức chế hoạt tính của enzym, sự phát triển của vsv và các phản ứng hóa học gây hư hỏng đối với thực phẩm dễ hư hỏng (perishable foods). Ngoài ra Ar còn giảm cường độ hô hấp của thực phẩm tươi → kéo dài thời hạn sử dụng. Tuy nhiên ứng dụng thương mại của Ar vẫn còn rất hạn chế do vấn đề an toàn, cảm quan, pháp luật và các vấn đề kỹ thuật.

Ngoài ra việc sử dụng một loại khí đơn lẻ hay kết hợp nhiều loại khí cũng thường dựa vào sự tối ưu hóa của 2 yếu tố:

- Thời gian sử dụng sản phẩm
- Việc duy trì tính chất cảm quan của sản phẩm.

Ví dụ: Thành phần kk chỉ cần CO_2 hoặc kết hợp với N_2 sẽ là cần thiết để ức chế nấm mốc, trong khi chỉ cần CO_2 hoặc N_2 là đủ để ức chế phản ứng oxy hóa.

4.1.5. Các yếu tố cần xem xét khi thiết kế MAP cho một sản phẩm thực phẩm

Để thiết kế một MAP đối với một sản phẩm cụ thể cần xem xét tổng hòa các yếu tố: đặc tính VSV, sinh hóa và vật lý của sản phẩm.

4.1.5.1. Đặc tính VSV

Tốc độ phát triển của vi khuẩn trên thực phẩm bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như pH, a_w, hiệu thế oxh khử (Eh), thành phần, tính chất vật lý, nhiệt độ, bao bì, sự hiện diện của các chất bảo quản và sự cạnh tranh của VSV có trong sản phẩm, v.v.

Khi MAP được áp dụng như một phương pháp để kéo dài thời hạn sử dụng của một sản phẩm thực phẩm cần phải xem xét:

- Đầu tiên phải xác định loại VSV phổ biến với sản phẩm đó mà có thể gây hư hỏng và ảnh hưởng đến sự an toàn của thực phẩm.

- Xác định mục đích bảo quản: làm chậm hay ngừng hẳn sự phát triển của VSV.

→ Lựa chọn thành phần không khí thích hợp (sự kết hợp khác nhau của CO_2, O_2 và N_2) , loại bao bì, và nhiệt độ lưu trữ.

Ví dụ: VK Gram – (*Pseudomonas spp, Entero- bateriaceae, Acinetobacter spp. và Moraxella spp*.) nhạy cảm với CO_2 và nhiệt độ thấp hơn Gram + .

Sự vắng mặt O_2 trong không khí có thể tiêu diệt VSV hiếu khí (nấm mốc), tuy nhiên *C. botulinum* vẫn phát triển và sinh độc tố.

4.1.5.2. Đặc tính sinh hóa của sản phẩm

Những biến đổi sinh lý (sinh hóa) tiếp tục xảy ra sau khi trái cây và rau quả sau thu hoạch hoặc động vật sau giết mổ. Những biến đổi này có ảnh hưởng lớn đến thời hạn sử dụng và chất lượng của sản phẩm được bảo quản bằng MAP → cần xem xét ảnh hưởng của thành phần không khí và nhiệt độ bảo quản đến các biến đổi sinh hóa của sản phẩm lựa chọn MAP.

Trái cây tươi và rau quả: trải qua các thay đổi sinh lý phức tạp nhất sau khi thu hoạch: quá trình hô hấp, quá trình tự bốc nóng, sự tích lũy ethylen , v.v.

Động vật: Sau khi giết mổ, một chuỗi các phản ứng hóa học xảy ra trong mô động vật như: quá trình tê cứng (cứng xác), quá trình tự phân giải ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan (độ mềm mại và mùi thơm của thịt). Là chất đạm và chất béo với pH tương đối cao, thịt cũng là một môi trường phát triển tuyệt vời cho vi sinh vật gây hư hỏng và gây

bệnh. Tuy nhiên, màu đỏ của thịt đòi hỏi một lượng O_2 để duy trì màu sắc đỏ rực rỡ của nó (Mb-O_2).

→ Do đó, MAP phải áp dụng hết sức thận trọng và đòi hỏi một chương trình kiểm soát chất lượng nghiêm ngặt để kéo dài thời hạn sử dụng của thịt trong khi vẫn đảm bảo an toàn.

Cá: quá trình tê cứng rất ngắn, dễ nhiễm vi sinh, lipid dễ bị oxy hóa→ rất khó bảo quản → ứng dụng thương mại của MAP để bảo quản cá tươi tụt hậu hơn so với các mặt hàng khác.

4.1.5.3. Đặc tính hóa học của sản phẩm

Nhiều thay đổi hóa học ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm thực phẩm được lưu trữ.

Những phản ứng oxy hóa trong tự nhiên (quá trình oxy hóa lipid), Maillard/biến nâu không do enzym, quá trình oxy hóa của các sắc tố (chất diệp lục, carotenoid và flavonoid), quá trình oxy hóa của myoglobin tạo oxymyoglobin hoặc metmyoglobin ở thịt, v.v.) bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như: nhiệt độ, a_w, pH, Eh, và sự hiện diện của các chất bảo quản.

Ví dụ:

Quá trình oxy hóa lipid xảy ra dễ dàng bởi nhiệt độ cao, a_w thấp, sự hiện diện của Cu hoặc Fe và ánh sáng, nhưng bị ức chế bởi chất chống oxh như BHT, BHA, hoặc tocopherol.

Các phản ứng Maillard→ phá hủy axit amin thiết yếu như lysine, hoặc tạo ra màu và hương vị không mong muốn → xảy ra dễ dàng hơn ở nhiệt độ và a_w tương đối cao, nhưng bị ức chế bởi SO_2, giảm Eh.

Quá trình oxy hóa của chất diệp lục (biến nâu) → dẫn đến những thay đổi về màu sắc làm cho các sản phẩm kém hấp dẫn.

→ Khi thiết kế MAP cho một sản phẩm cần xem xét ảnh hưởng của nó trên các phản ứng hóa học trong sản phẩm.

4.1.5.4. Đặc tính vật lý của sản phẩm

Đặc tính vật lý của một sản phẩm thực phẩm đóng một vai trò rất quan trọng trong nhận thức của người tiêu dùng về độ tươi của nó.

Ví dụ: - Trái cây hoặc rau héo hoặc mềm sẽ được xem như cũ hoặc quá chín. Việc mất độ bóng trên bề mặt của thịt tươi có thể được xem như dai hoặc mất nước.

- Phần lớn sản phẩm nướng bị mất độ tươi của họ trong quá trình lưu trữ chủ yếu do sự thoái hóa của phần tinh bột.

- Như vậy, bánh mì trở nên khô, bánh ngọt, bánh quế bị vỡ vụn sau một khi lưu trữ thời gian lâu, đặc biệt là ở nhiệt độ thấp.

- Vỏ bánh táo, bánh bơ có xu hướng nhạt màu, và vụn hơn; bánh donut trở nên dính khi đóng gói với 60 % CO_2 và 4 0% N_2 và bảo quản ở nhiệt độ phòng trong một vài tuần.

→ Do đó, các phản ứng vật lý của sản phẩm phải được xem xét khi thiết kế MAP cho nó.

Ví dụ: - Lớp phủ với tốc độ truyền hơi thấp có thể được sử dụng để đóng gói các loại trái cây, rau, thịt để làm giảm sự mất độ ẩm.

- Chất hoạt động bề mặt như mono hoặc diglycerides, hoặc lecithin, hoặc amylase chống vụn (ví dụ Novamyl) có thể được thêm vào các sản phẩm nướng để giảm thiểu thay đổi kết cấu của nó trong quá trình lưu trữ.

4.1.6. Bảo quản trong khí quyển kiểm soát- controlled atmosphere storage

Phòng bảo quản kín, lạnh hoặc không lạnh, có hệ thống thông gió và cung cấp các khí oxy, nitơ, cacbonic, với thiết bị đo nhiệt độ, độ ẩm và các khí một cách tự động. Vì tất cả các thông số được đo và kiểm soát một cách chặt chẽ nên phương pháp này được gọi là bảo quản trong khí quyển kiểm soát.

Phương pháp bảo quản này áp dụng chủ yếu đối với táo, sau đó là cải bắp, xà lách, quả bơ, măng tây và chuối.

Do thiết bị đắt tiền, chi phí bảo quản cao và thay đổi đối với các loại và các giống rau quả khác nhau nên phương pháp này ít phổ biến, dù chất lượng bảo quản cao.

4.1.7. Bao gói hoạt hóa (hoạt tính)

Bao bì có sự kết hợp các phụ gia trong thành phần màng bao bì hoặc bên trong bao bì nhằm mục đích duy trì chất lượng và kéo dài hạn sử dụng của sản phẩm.

Bao bì được gọi là hoạt hóa khi chúng có thể thực hiện thêm một số chức năng trong việc giúp đảm quản thực phẩm ngoài những chức năng của các bao bì thực phẩm thông thường khác.

Các chất phụ gia có thể là những phụ gia hay những chất giúp tăng độ tươi của sản phẩm (các chất hấp thu O_2 tự do, chất hấp thu CO_2, ẩm, ethylen/màu/mùi lạ), những chất có khả năng phóng thích ra một số chất bảo quản (ethanol, sorbate, chất chống oxy hóa).

Selected examples of active packaging systems

Active packaging	System mechanisms food	Applications
Oxygen scavengers	Iron based, Metal/acid Nylon MXD6, Metal (e.g. platinum) catalyst Ascorbate/metallic salts Enzyme based	Bread, cakes, cooked rice, biscuits, pizza, pasta, cheese, cured meats and fish, coffee, snack foods, dried foods and beverages
Carbon dioxide scavengers/emitters	Iron oxide/calcium hydroxide Ferrous carbonate/metal halide Calcium oxide/activated charcoal Ascorbate/sodium bicarbonate	Coffee, fresh meats and fish, nuts and other snack food products and sponge cakes
Ethylene scavengers	Potassium permanganate Activated carbon Activated clays/zeolites	Fruit, vegetables and other horticultural products
Preservative releasers	Organic acids Silver zeolite Spice and herb extracts BHA/BHT antioxidants Vitamin E antioxidant Chlorine dioxide/sulphur dioxide	Cereals, meats, fish, bread, cheese, snack foods, fruit and vegetables

4.2. Phương pháp tạo màng bao ăn được (edible - coating)

4.2.1. Lịch sử phát triển

Sáp là màng bao ăn được đầu tiên được sử dụng trên các loại trái cây và rau quả.

- Thế kỷ XII – XIII Người Trung Quốc bọc sáp cam và chanh. Họ thấy rằng hoa quả bọc bằng sáp có thể được lưu trữ lâu hơn các loại trái cây không bọc sáp .

- Năm 1930 sáp paraffin nóng chảy đã trở thành sản phẩm thương mại → bao phủ cho các loại trái cây tươi như táo và lê.

- Erbil và Muftugil (1986) báo cáo rằng lớp sáp phủ bề mặt đào làm giảm sự bay hơi nước và trao đổi oxy do đó làm giảm bớt cường độ hô hấp và tăng thời hạn sử.

- Nisperos-Carriedo và cs (1990) kết luận rằng các loại dầu hoặc sáp và cellulose có tác dụng tương tự trong việc ngăn ngừa sự hư hỏng và giữ lại vị ngọt cho các loại trái cây nhiệt đới.

- Một số nỗ lực đã được thực hiện để phát triển các vật liệu khác có thể được sử dụng để bao áo sản phẩm và thay đổi thành phần khí nội bộ để lưu trữ ngắn hạn:

+ Zhang và Quantick (1997) cho rằng chitin và chitosan (deacetylated chitin) từ ĐV biển không xương sống có thể được sử dụng để tạo màng bao trong suốt, ứng dụng như một lớp bao phủ ăn được để bọc trái cây và rau quả.

+ Năm 1982, Lowings và Cutts (1982) báo cáo một vật liệu lớp phủ ăn được (một hỗn hợp của este sucrose & axit béo (SFAE), sodium carboxymethyl cellulose (CMC) và mono-và diglycerides) không độc, không vị, không mùi và có hiệu quả trong việc bảo vệ quả. SFAE ban đầu được phát triển như là một chất chuyển thể sữa. Tuy nhiên, nó đã được chứng minh làm chậm quá trình chín của các loại trái cây được bao phủ một lớp phủ SFAE. Hỗn hợp SFAE đã được bán để bao áo các loại trái cây và rau từ những năm 1980, dưới tên thương mại 'TAL Pro-long' và 'Semperfresh' .

+ Park và cs (1994) áp dụng lớp phủ từ đạm ngô lên bề mặt của cà chua và báo cáo rằng màng làm chậm sự thay đổi màu sắc, mất nước và duy trì độ săn chắc trong lưu trữ.

4.2.2. Mục đích sử dụng

Gồm 4 mục đích chính:

1. Coating có thể phục vụ như một rào cản độ ẩm trên bề mặt của sản phẩm tươi sống và chế biến tối thiểu để tốc độ mất ẩm trong quá trình sau thu hoạch, lưu trữ, dẫn đến sự hao hụt khối lượng và thay đổi trong kết cấu, hương vị và hình dạng .

2. Coating cũng có chức năng như một rào cản khí để kiểm soát sự trao đổi khí giữa sản phẩm và không khí xung quanh, và do đó làm giảm cường độ hô hấp và sự hư hỏng, làm chậm quá trình oxy hóa do enzyme, và bảo vệ chống lại sự biến nâu và mất cấu trúc trong quá trình bảo quản.

3. Coating bảo vệ sản phẩm khỏi bị hư hại do tác động cơ học, áp suất, độ rung, v.v.

4. Coating kết hợp với các chất hoạt động khác như kháng sinh, chất chống oxy hóa, chất bổ sung dinh dưỡng/ màu sắc/ hương vị và chất phụ gia khác sử dụng để cải thiện chất lượng.

4.2.2.1. Rào cản độ ẩm

Mất nước thường xảy ra thông qua trạng thái bay hơi do sự chênh lệch áp suất hơi tại lớp màng phủ tại một nhiệt độ và độ ẩm cụ thể.

Tốc độ bay hơi nước phụ thuộc vào diện tích và độ dày của lớp màng phủ.

Cần phân biệt sự bay hơi nước do các lỗ, vết nứt hay lỗ mọt hình thành trên bề mặt lớp phủ với sự phân ly và khuếch tán của hơi nước mà ở đó lớp phủ đóng vai trò như một rào cản.

Sự bay hơi thông qua màng bao phụ thuộc vào điều kiện môi trường như nhiệt độ và độ ẩm, và do đó màng cần được kiểm tra theo các điều kiện dự kiến sẽ gặp phải trên một đối tượng sản phẩm cụ thể.

Nói chung, vật liệu tạo màng càng ưa nước thì sự bay hơi diễn ra càng nhanh hơn.

4.2.2.2. Rào cản khí

Tạo khí quyển cải biến cho thực phẩm được bao áo và ảnh hưởng đến quá trình chín.

Các tế bào của mô thực vật, chẳng hạn như trái cây và rau quả sau thu hoạch vẫn tiếp tục quá trình sinh lý tích cực (hô hấp): tiêu thụ O_2 và giải phóng CO_2.

Khi trái cây hoặc rau được niêm phong trong bao bì nhựa bán thấm hoặc được bao áo → một MA được tạo ra trong bao bì.

Nếu nồng độ O_2 giảm quá thấp (dưới 1% -3%, tùy thuộc vào sản phẩm và nhiệt độ lưu trữ), phản ứng kỵ khí có thể xảy ra→ mất mùi vị đặc trưng, chín bất thường và hư hỏng. Trái cây hô hấp đột biến thường được thu hoạch khi chưa chín và quá trình chín diễn ra khi tách khỏi cây mẹ do sự tăng tốc hô hấp và sản sinh khí ethylen.

Cường độ hô hấp và hàm lượng ethylen cao làm kích hoạt gen điều khiển quá trình chín và già yếu → làm giảm thời hạn sử dụng cho sản phẩm.

Sản xuất ethylene là một quá trình đòi hỏi O_2. O_2 thấp (< 8%) và CO_2 cao (> 5%) làm chậm hô hấp và làm chậm tốc độ sản xuất ethylene → do đó làm chậm quá trình chín.

+ Nhiệt độ tồn trữ cao → làm tăng tốc quá trình hô hấp và làm trầm trọng thêm các tác động của một lớp áo phủ hoặc bao bì vào khí quyển bên trong của sản phẩm.

+ Nhiệt độ thấp → làm chậm sản xuất ethylene và hô hấp, do đó giảm thiểu tác động của một lớp áo phủ hoặc bao bì vào khí quyển bên trong của sản phẩm.

4.2.2.3. Tính toàn vẹn về cấu trúc và hình dạng của sản phẩm bao áo

Lớp phủ trên trái cây và rau có thể đóng vai trò như chất bôi trơn để làm giảm tổn thương bề mặt, sẹo, và trầy sướt .

Ngoài ra, vật liệu bao phủ làm giảm quần thể vi sinh vật bề mặt. Vì những lý do, trái cây phủ sáp ít sâu so với trái cây không được phủ sáp.

Đối với thực phẩm bao gồm nhiều thành phần, một màng bao có thể được sử dụng để đảm bảo sự ổn định của các thành phần trong sản phẩm trong quá trình phân phối.

- Nhựa, đạm ngô, và các loại sáp tạo độ bóng cao cho các sản phẩm:trái cây, bánh kẹo.

- Sáp Candelilla tạo bóng, đặc biệt là khi kết hợp với gelatin trong bao áo thịt.

- Lớp phủ từ carbohydrate (như cellulose hoặc pectin) tạo độ bóng hấp dẫn khi bao áo cho các sản phẩm ở trạng thái khô, nhưng khi sản phẩm trở nên ẩm ướt (thường là trường hợp sau bảo quản lạnh) thường tạo ra một bề mặt trơn không mong muốn .

4.2.2.4. Ảnh hưởng đến tính ổn định của trái cây và rau đã chế biến

Sau chế biến, các sản phẩm vẫn xảy ra một loạt các phản ứng hóa học và sinh hóa có thể dẫn đến những thay đổi có hại: bao gồm tăng hô hấp, sản xuất ethylene, lão hóa nhanh chóng, những thay đổi không mong muốn về màu sắc, hương vị, tổng hợp các chất chuyển hóa thứ cấp, và gia tăng sự tăng trưởng của VSV.

- Phương pháp sử dụng để kéo dài thời gian bảo quản của sản phẩm chế biến nhẹ là ứng dụng chất chống oxy hóa, acidulants, chất bảo quản, muối khoáng, v.v.

- Sử dụng một lớp phủ ăn được từ các chất bảo quản phía trên làm chậm quá trình biến nâu hoặc đổi màu, mềm, sự phát triển của vi sinh vật.

Ngoài ra, lớp phủ với các tính chất thấm thích hợp và trong điều kiện nhất định có thể tạo ra một bầu khí quyển cải biến xung quanh sản phẩm → làm chậm hô hấp, quá trình oxy hóa, và khô héo.

4.2.3. Quy tắc lựa chọn lớp phủ

Lớp phủ ăn được có thể được sử dụng để bảo quản các sản phẩm tươi sống và cũng có thể có cùng tác dụng như phương pháp MAP.

Sự thành công của phương pháp bao áo phụ thuộc chủ yếu vào việc lựa chọn lớp màng hay bao áo có thể cung cấp một thành phần khí nội bộ thích hợp cho từng sản phẩm cụ thể.

Sự thành công ứng dụng các lớp phủ ăn trên thực phẩm bị chi phối bởi nhiều yếu tố:

• Loại vật liệu phủ

• Công thức tạo màng

• Các phương pháp ứng dụng

• Các đặc tính bề mặt của thực phẩm.

4.2.3.1. Loại vật liệu phủ

Có thể phân loại thành các nhóm vật liệu như sau:

- Lipid
    - Dầu
    - Sáp
    - Nhũ tương
    - → giảm sự mất nước
- Nhựa (resin)
    - Shellac (nhựa cánh kiến đỏ)
    - Nhựa cây

- Các loại nhựa khác

- Protein
  - Đạm sữa: casein và đạm whey.
  - Collagen và gelatin
  - Gluten bột mì
  - Đạm ngô
  - Đạm đậu nành
  - Đạm đậu phụng
  - → Ổn dịnh cấu trúc
- Polysaccharide
  - Cellulose
  - Pectin
  - Chitin/Chitosan
  - Tinh bột
  - Lô hội vera
  - Konjac glucomanan
  - Chất tạo đặc (gum) và tảo biển (carrageenan, alginate, agar) → kiểm soát oxi và các truyền dẫn khí khác
- Vật liệu composite

4.2.3.2. Chất phụ gia được sử dụng để xử lý thực phẩm hoặc bổ sung vào công thức tạo màng

- Chất tạo độ dẻo/Chất tạo nhũ tương và chất có hoạt tính bề mặt
- Chất chống nấm/Tác nhân điều chỉnh sinh học
- Chất bảo quản: benzoat, sorbate, axit hữu cơ mạch ngắn/paraben/sulphite/este sucrose và chitosan/các hợp chất chống nấm tự nhiên
- Chất chống oxi hóa: phenolic/tác nhân chống biến nâu, v.v.
- Chất khoáng (muối $CaCl_2$ và canxi ascorbate)

Khả năng đáp ứng các nhu cầu cụ thể của vật liệu phủ phụ thuộc vào các yếu tố:

• Khả năng cản khí, đặc biệt là oxy và hơi nước

• Độ bám dính của nó vào bề mặt

• Tính đồng nhất của vật liệu phủ

• Chất lượng cảm quan của sản phẩm.

Bảng 4.2: So sánh mức độ thấm khí và hơi nước của một số màng bao ăn được và màng bao tổng hợp

Film	Permeability		
	[b]O_2	[b]CO_2	[c]H_2O Vapor
SPE	2.10 ± 0.0001	–	0.00042 ± 0.04
Chitosan (15 cp)	0.0014	–	0.49
Zein	0.36 ± 0.16	2.67 ± 1.09	0.116 ± 0.019
Wheat gluten	0.20 ± 0.09	2.13 ± 1.43	0.616 ± 0.013
MC (L)	2.17 ± 0.45	69.0 ± 19.33	0.092 ± 0.003
HPC (L)	3.57 ± 0.03	143.9 ± 3.76	0.110 ± 0.004
HPC/lipid	3.44 ± 0.06	81.7 ± 4.58	0.082 ± 0.003
Cozeen	0.89	5.25 ± 26.10	0.407
PE	8.30	26.1	–
PP	0.55 ± 0.005	–	0.00065 ± 0.06
PVC	0.09–17.99	1.35–26.98	0.00071
PET	0.13–0.30	0.67–1.12	–

PE is polyethylene, PP is polypropylene, PVC is polyvinyl chloride, PET is polyester (Aydt *et al.*, 1991; Kamper and Fennema, 1984; Park, 1999; Park and Chinnan, 1995a, 1995b; Park *et al.*, 1993,

Nếu một lớp phủ quá dày → nồng độ oxy giảm , nồng độ carbon dioxide → dẫn đến lên men kỵ khí.

Điều này có thể khắc phục bằng cách:

(1) Tạo một số lớp phủ ăn được,

(2) Kiểm soát tính chống thấm nước của lớp phủ ăn được,

(3) Đo lường tính thấm thấu khí của lớp phủ được lựa chọn,

(4) Đo các đặc tính khuếch tán của vỏ và thịt của các loại trái cây được lựa chọn,

(5) Dự đoán thành phần khí nội bộ (oxy) cho các loại trái cây,

(6) Quan sát ảnh hưởng của lớp phủ đến những thay đổi chất lượng của trái cây.

Ngoài ra, cần tiến hành kiểm tra sự thay đổi cảm quan và mức độ chấp nhận của người sử dụng trong suốt quá trình bảo quản.

Ví dụ: Đối với trái cây thì sự thay đổi màu sắc và độ cứng là 2 chỉ tiêu chất lượng rất quan trọng.

4.2.3.3. Các vấn đề liên quan đến lớp màng bao ăn được

Mặc dù một số lớp phủ ăn được đã được áp dụng thành công để bảo quản tươi sản phẩm (như màng Wax và SFAE). Tuy nhiên các ứng dụng khác ảnh hưởng xấu đến chất lượng do sự thay đổi về thành phần không khí nội bộ (vi khí hậu) bằng cách sử dụng lớp phủ ăn được có thể làm tăng các rối loạn liên quan nồng độ CO_2 cao hoặc O_2 thấp (Ben-Yehoshua, 1969): ứ nước ở lõi, tổn thương thịt quả và tích lũy của ethanol và cồn (Smith và cs,1987) .

- Smock (1940) chỉ ra rằng bao sáp lên táo và lê gây ức chế tỷ lệ chín bình thường do hô hấp bị ức chế và tạo vị cồn do lên men kỵ khí.

- Smith và Stow (1984) báo cáo rằng táo phủ SFAE có ít thay đổi bất lợi về độ cứng, vàng và hao hụt khối lượng nhưng đã tăng tỷ lệ lõi quả bị ứ nước.

- Park và cs. (1994) báo cáo rằng cà chua tráng lớp màng từ đạm ngô 0.6mm mất vị tự nhiên, có mùi rượu.

Wax và SFAE hỗn hợp là các lớp phủ ăn được sử dụng rộng rãi nhất cho các loại trái cây và rau. Tuy nhiên, nó không có hiệu quả như nhau cho tất cả các sản phẩm.

Vấn đề là người tiêu dùng có xu hướng thận trọng với các lớp phủ sáp do mùi vị đặc trưng. Do đó, sự phát triển của lớp phủ ăn được thay thế mà không có hương vị sáp là đáng mong đợi.

4.2.4. Kỹ thuật bao áo

Gồm 7 cách:

1. Nhúng: rau, quả, thịt
2. Nhỏ giọt: rau, quả
3. Tạo bọt
4. Xịt

5. Bao áo tầng sôi: bánh kẹo
6. Lăn (xoay): kẹo
7. Bao áo tĩnh điện

→ Việc lựa chọn một phương pháp thích hợp phụ thuộc vào các đặc tính của thực phẩm, vật liệu phủ, tác dụng dự định của lớp phủ, và giá thành.

4.3. Phương pháp lọc màng

4.3.1. Giới thiệu và phân loại màng lọc

4.3.1.1. Giới thiệu

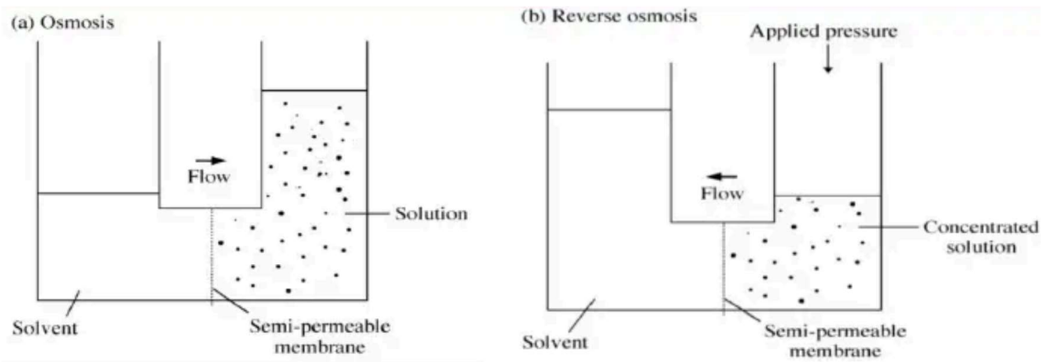
Màng lọc xuất hiện cách đây hơn 40 năm, được ứng dụng để lọc nước và xử lý nước thải bằng màng RO và ngày càng trở nên quan trọng trong công nghiệp thực phẩm, phục vụ cho việc cô đặc và phân đoạn sản phẩm.

Kỹ thuật màng lọc góp phần bảo quản thực phẩm bằng cách giữ lại vi sinh vật trên màng và do đó dịch lỏng thấm qua sẽ vô khuẩn.

4.3.1.2. Phân loại

Hiện nay có 3 loại màng:

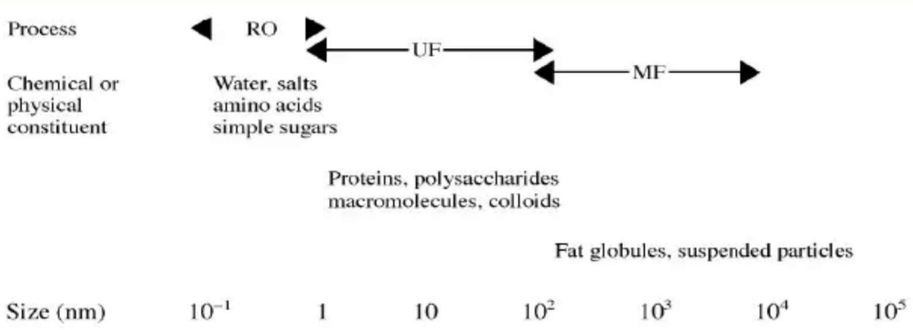
1. Màng thấm ngược (Reverse osmosis /hyperfiltration): giữ lại các ion đơn trị trên màng.



Hình 4.1: Kỹ thuật lọc thẩm thấu và thẩm thấu ngược

2. Màng siêu lọc (Ultrafiltration): giữ lại các đại phân tử như protein, polysaccharid hay chất béo, đường hay axit amin có thể qua màng. Đường kính lỗ từ 2 - 20 nm.

3. Màng vi lọc (Microfiltration): tách các loài có kích thước khoảng 0,1 – 10 nm, giữ lại các đại phân tử.



Hình 4.2: Phân loại và kích thước màng

4.3.2. Mục đích sử dụng màng lọc trong kỹ thuật bảo quản thực phẩm

1) Giảm số lượng vi khuẩn (dạng sinh dưỡng và bào tử) → Bảo quản.

2) Cô đặc và phân đoạn → sản xuất sản phẩm thực phẩm.

Ví dụ: - Ứng dụng màng thẩm thấu ngược để cô đặc sữa, nước ép trái cây: cà chua, citrus, v.v.; lòng trắng trứng; siro đường, cà phê, bia,v.v.

- Ứng dụng màng UF và MF để phân đoạn thành phần rắn của thực phẩm: tách protein và chất béo của sữa khỏi lactose và chất khoáng; loại saponified fatty acids hoặc phosphatides để tinh chế dầu ăn; hồi lưu lại các protein từ nước thải của ngành chế biến thủy sản, sữa, thịt, rau quả bằng MF, v.v.

4.3.3. Kỹ thuật và thiết bị lọc

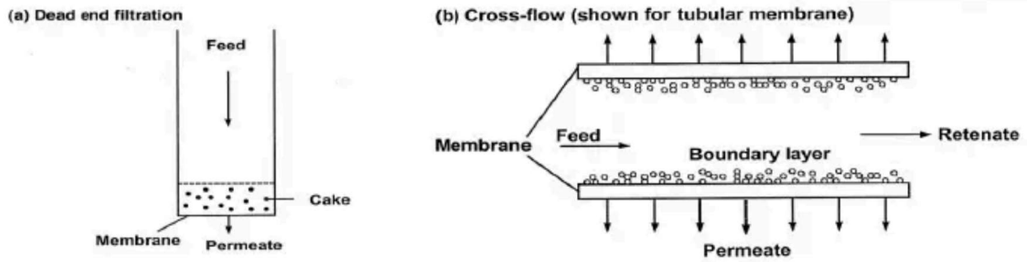
4.3.3.1. Kỹ thuật lọc

a) Kỹ thuật vi lọc dọc (dead-end filtration)

Là một kỹ thuật phòng thí nghiệm được sử dụng tốt nhất trong việc loại bỏ vi sinh vật (cả tế bào sinh dưỡng và bào tử), do đó sản phẩm sẽ được vô khuẩn mà không cần xử lí nhiệt.

b) Kĩ thuật vi lọc dòng ngang (cross-flow MF)

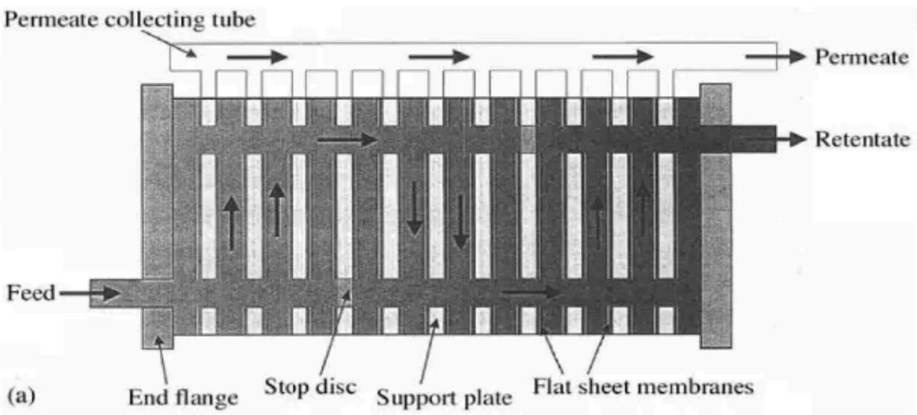
Được ứng dụng rộng rãi trong việc sản xuất các thức uống được lọc như bia, rượu vang, nước trái cây. Vi lọc dòng ngang di dời hữu hiệu các tế bào và các chất rắn lơ lửng, tránh việc sử dụng các tác nhân làm sạch như diatomite hay các enzyme, mà vẫn giữ lại được màu.



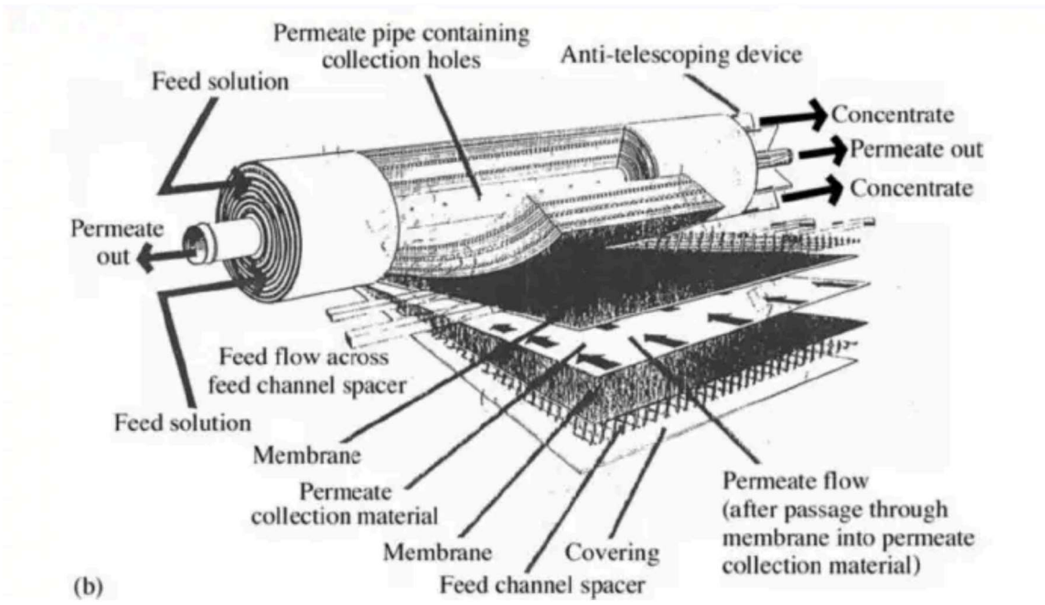
4.3.3.2. Cấu hình màng và mô-đun

Trong thực tế, các màng được cấu hình thành các module, các thiết kế phải kết hợp một số tính năng:

- Hỗ trợ các màng dưới áp lực thủy lực cần thiết
- Diện tích bề mặt lớn của màng, tốt nhất trong khối lượng nhỏ gọn
- Điều kiện vệ sinh tốt
- Dễ lau chùi và thay thế màng.



Hình 4.3: Thiết bị lọc đĩa



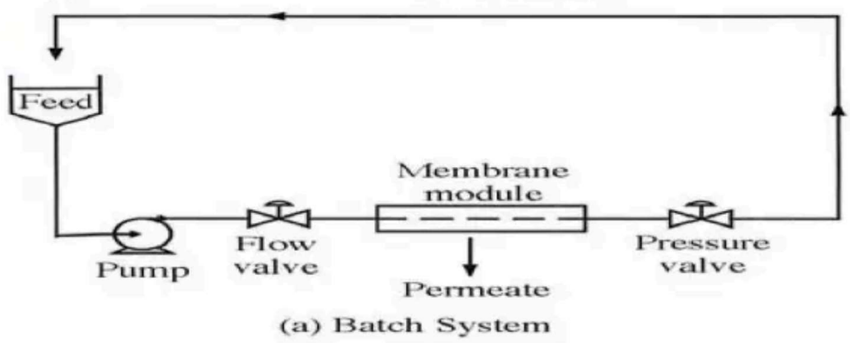
Hình 4.4: Thiết bị lọc dạng xoắn ốc

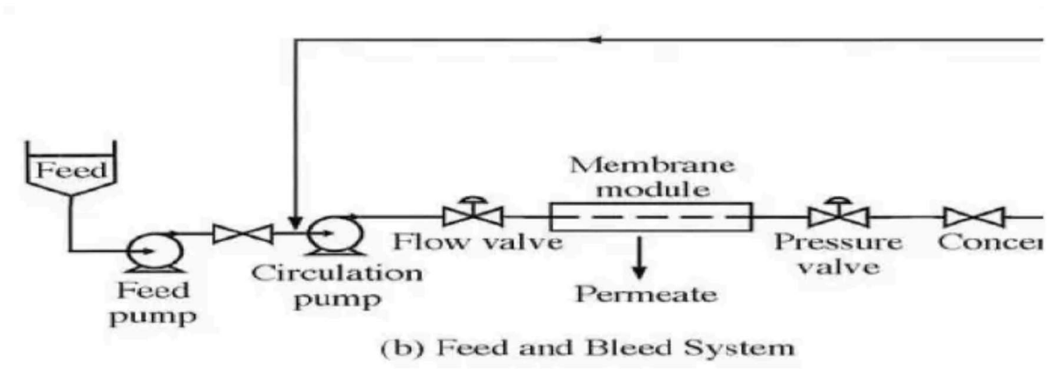
Mô đun kết nối hệ thống lọc gồm 3 dạng:

a) Batch system

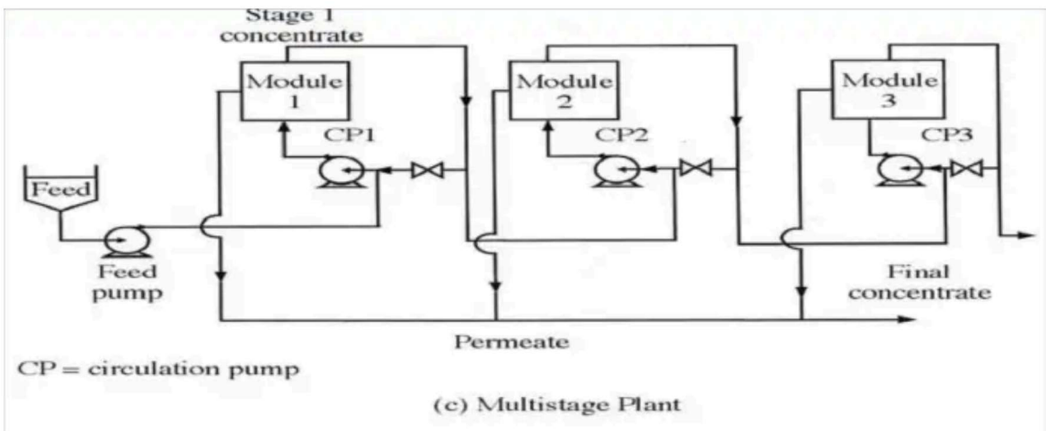
b) Feed and bleed system

c) Multistage plant





(b) Feed and Bleed System



(c) Multistage Plant

4.3.4. Ưu điểm

Lọc màng là một hoạt động hoàn toàn vật lý và do đó không có sự thay đổi hóa học trong quá trình lọc.

Sự phân ly xảy ra do sự chênh lệch áp suất giữa màng lọc và thực phẩm mà không cần sử dụng nhiệt quá mức cần thiết→ do đó có rất ít nguy cơ tổn thương nhiệt, hương vị hay chất lượng được bảo tồn, không gây biến tính enzyme.

Không có giai đoạn thay đổi pha→ giảm sử dụng năng lượng so với các phương pháp làm bay hơi khác.

Phổ kích thước của vật liệu được lọc bởi màng là rất lớn, từ các ion nhỏ nhất đến các hạt như các giọt chất béo hoặc các tế bào vi khuẩn.

4.4. Phương pháp chiếu xạ

4.4.1. Định nghĩa và phân loại

4.4.1.1. Định nghĩa

Chiếu xạ thực phẩm là cách thức tác động lên thực phẩm bằng tia ion hóa để xử lý thực phẩm, nhằm nâng cao chất lượng vệ sinh và an toàn thực phẩm. v

4.4.1.2. Phân loại

- Chiếu xạ bằng dòng electron: Dùng trực tiếp dòng electron chiếu lên thực phẩm để tiêu diệt vi khuẩn
- Chiếu xạ bằng tia Gramma: Dùng tia gamma – chất đồng vị phóng xạ (như 60Co) được chọn đặc trưng để tác động lên thực phẩm
- Chiếu xạ bằng tia X: Tương tự như tia gramma, tia X cũng là hạt photon có quang phổ rộng, cũng có khả năng xuyên thấu ngang bằng như 60Co, được sử dụng cơ bản trong chiếu xạ.

4.4.2. Mục đích và hiện trạng sử dụng chiếu xạ trên thế giới và Việt Nam

4.4.2.1. Mục đích chiếu xạ

- Tiêu diệt côn trùng và sâu bọ: trái cây: > 3 kGy.
- Kéo dài hạn sử dụng: 0,02 – 0,15 kGy →ngăn sự nảy mầm khoai tây, hành, tỏi

0,12 – 0,75 kGy→ làm chậm sự chín và mềm của chuối, dứa, bơ, v.v.

Đối với thực phẩm: thịt, cá → tiêu diệu VSV gây hư hỏng.

- Khử độc: chiếu xạ giảm số lượng VSV và tiêu diệt mầm bệnh: 1,0 – 2,0 kGy→ thanh trùng hải sản, gia cầm và thịt bò. 3,0 - 20 kGy→ tiệt trùng gia cầm, gia vị.

- Cải thiện chất lượng sản phẩm: + Hiệu suất ép cao hơn nếu nếu trái cây được chiếu xạ ở mức độ vài kGy.

+ Nó cũng tạo điều kiện giảm việc sử dụng hoá chất dùng trong thực phẩm, chẳng hạn như nitrit, và muối. Hơn nữa, chiếu xạ không để lại bất kỳ dư lượng hóa chất nào trong thực phẩm.

Bảng 4.3: Liều dùng và mục đích chiếu xạ

Dose Limit	Purpose	Dose Limit (kGy)	Examples
Low dose (<1 kGy)	Sprouting inhibition	0.05–0.15	Potatoes, onions, garlic
	Insect and parasite disinfection	0.15–0.50	Cereals, pulses, dried fruit, pork
	Delay of ripening	0.50–1.00	Fresh fruits and vegetables
Medium dose (1–10 kGy)	Reduction of spoilage microorganisms	1.0–3.0	Fish, strawberries
	Reduction of nonspore pathogens	2.0–7.0	Poultry, shellfish
	Microbial reduction in dry products	7.0–10.0	Herbs, spices
High dose (10–50 kGy)	Sterilization	25–50	Sterile diet meals
Very high dose (10–100 kGy)	Reduces or eliminates virus contamination	10–100	

Source: P. Kurstadt and F. Fraser, *Food Irradiation Technology Overview*, Nordion International, 1994; WHO, Wholesomeness of Irradiated Food: Summaries of Data considered by the Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food, EHE/81.24, Geneva, Switzerland, 1980.

4.4.2.2. Hiện trạng sử dụng chiếu xạ trên thế giới và Việt Nam

a) Trên thế giới

- Từ những năm 1960, Hoa Kỳ và Canada đã bắt đầu cho áp dụng kỹ thuật chiếu xạ (irradiation) vào một số thực phẩm và ngũ cốc để diệt trùng.

- Từ năm 1972, cơ quan NASA Hoa Kỳ đã cho chiếu xạ tất cả thực phẩm dùng trong các chuyến du hành trong không gian .

- Từ năm 1990 Hoa Kỳ cho phép chiếu xạ trái cây tươi, thịt gà.

- Năm 1997 cơ quan FDA (Cơ quan Quản Trị Thực Phẩm và Dược Phẩm) cho việc chiếu xạ các loại thịt đỏ như thịt bò, thịt cừu và thịt heo (để diệt giun bao Trichinella).

- Tháng 9/2008 Environmental Protection Agency của Hoa Kỳ đã cho phép các nhà xuất cảng Mỹ thể chiếu xạ mồng tơ, cải bó xôi.

- Đối với Canada, từ những năm 40 quốc gia này cũng đã thường cho áp dụng kỹ thuật chiếu xạ vào một số nông sản như khoai tây, củ hành, lúa mì, bột mì và các loại gia vị khô. Chiếu xạ thực phẩm không có tính cách bắt buộc tại Canada.

- Thượng viện Liên Âu (European Parliament) có vẻ hơi khắc khe, họ chỉ cho phép chiếu xạ các rau mùi khô, và các loại gia vị mà thôi.

- Pháp là quốc gia cởi mở nhất với 15 sản phẩm và nguyên liệu được cho phép chiếu xạ như: các loại gia vị, rau mùi khô, củ hành, hành lá, tỏi, rau quả khô, thịt gà, tôm tép, đùi ếch, chất gomme arabique, các chất phụ gia như ovalbumine (lòng trắng hột gà), caséine và caséinates.

- Ngày nay kỹ thuật chiếu xạ thực phẩm đã được 39 quốc gia nhìn nhận và cho phép thực hiện trên 40 loại mặt hàng khác nhau.

b) Tại Việt Nam

- Năm 1985 công nghệ chiếu xạ thực phẩm đã được nghiên cứu và ứng dụng tại Viên nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt.

- Năm 1991, tại Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân, Hà Nội, một thiết bị chiếu xạ bán công nghiệp nguồn Cobalt-60 dùng cho bảo quản lương thực thực phẩm (chủ yếu là khoai tây) đã được đưa vào hoạt động.

- Hiện nay, ở nước ta có Trung tâm chiếu xạ - Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam (ở phía Bắc) và Trung tâm Nghiên cứu và triển khai công nghệ bức xạ (ở phía Nam) thực hiện việc chiếu xạ thực phẩm. Tại Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai Công nghệ bức xạ mỗi năm có khoảng 5.000 tấn thực phẩm và 2.000 mét khối dụng cụ y tế các loại đã được đưa vào để chiếu phóng xạ với liều lượng cho phép để diệt khuẩn.

Bảng 4.4: Một số chỉ tiêu định hướng theo quy hoạch phát triển ứng dụng bức xạ

Mục tiêu	2011-2015	2016-2020
Tỉ lệ tăng doanh thu dịch vụ chiếu xạ công nghiệp	20	18
Tỉ lệ đáp ứng nhu cầu về chiếu xạ công nghiệp	35	40
Số cơ sở chiếu xạ công nghiệp	16	30

4.4.3. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến VSV

Cơ chế của quá trình chiếu xạ dựa trên tính chất ion hóa của các tia xạ (Tia gamma , tia X...) lên các nguyên tử, phân tử, cấu thành nên các cơ thể sống, đặc biệt là các phân tử DNA của tế bào vi sinh và tế bào thực vật.

Khi các phân tử của DNA bị ion hóa, các liên kết giữa chúng dễ đứt gãy, không có khả năng phục hồi, khi đó tế bào sẽ bị chết trong quá trình phân bào.

Khả năng chịu đựng chiếu xạ bằng bức xạ ion hóa của từng loại , loài VSV được đặc trưng bằng liều D_{10}. Liều D_{10} là liều mà 90 % VSV bị tiêu diệt.

Ở một vùng liều chiếu nhất định, lượng VSV sống sót sau khi chiếu xạ được biểu diễn theo công thức : $N = N0x\ 10^{-D/D10}$

Trong đó : N : số VSVsống sót sau khi chiếu xạ , N_0: số VSV ban đầu, D_{10}: liều chiếu (KgY) làm chết 90 % VSV, D: liều chiếu (KgY).

Mức độ VSV gây bệnh sống sót sau chiếu xạ phụ thuộc vào các yếu tố : Kích thước DNA, tốc độ hồi phục của chúng và liều chiếu xạ.

Bảng 4.5: Một số giá trị liều D_{10} đối với một số VSV gây bệnh

STT	Loài VSV	Liều D_{10} (KgY)
1	moraxella osloensis	5-10
2	micrococcus radiodurans	3-7
3	clostridium botulinum	2-3,5
4	Bào tử của nấm	0,5-5
5	saccharomyces cerevisiae	0,4-0,6
6	salmonella	0,2-1
7	staphylococcus aureus	0,2-0,6
8	escherichia coli	0,1-0,35

4.4.4. Yêu cầu đối với thực phẩm chiếu xạ

- Thực phẩm chiếu xạ là thực phẩm có từ 5 % trở lên (theo khối lượng) đã hấp thụ một liều vượt quá liều hấp thụ tối thiểu.

- Thực phẩm trước khi chiếu xạ phải được chế biến trong điều kiện bảo đảm vệ sinh, đạt chất lượng theo các tiêu chuẩn tương ứng.

- Thực phẩm đã chiếu xạ không được chiếu xạ lại trừ trường hợp: ngũ cốc, đậu đỗ, các loại thực phẩm khô và các hàng hóa khác tương tự được chiếu xạ với mục đích kiểm soát tái nhiễm côn trùng hoặc ức chế sự nảy mầm v

- Thực phẩm không được coi là chiếu xạ lại nếu : + Thực phẩm chế biến từ nguyên liệu đã được chiếu xạ ở liều hấp thụ không lớn hơn 1 kGy;

+ Thực phẩm đem chiếu xạ chứa không quá 5 % thành phần theo khối lượng đã được chiếu xạ ;

- Yêu cầu công nghệ đặc thù phải chiếu xạ qua nhiều giai đoạn, để tổng liều hấp thụ ở các giai đoạn của quá trình chế biến đạt được giá trị đủ gây hiệu quả mong muồn.

4.4.5. Quy trình chế biến thực phẩm chiếu xạ trong một nhà máy sản xuất

• Sơ chế: rửa sạch các chất bẩn còn dính trên bề mặt nguyên liệu, tạo hình cho sản phẩm

• Đóng kiện: thuận tiện cho việc nhập liệu, tháo liệu, xếp đặt trong buồng xử lí. Vật liệu chế tạo tốt nhất hiện nay là các kim loại nhẹ như nhôm, hợp kim nhôm, thép không rỉ

• Chiếu xạ: - Chỉ xử lý chiếu xạ: áp dụng cho các loại thực phẩm có hàm lượng nước thấp, ít hợp chất bay hơi như màu, mùi, hàm lượng vitamin thấp.

- Xử lí chiếu xạ kết hợp với làm lạnh: cách này áp dụng với các loại thực phẩm có hàm lượng nước, vitamin cao, có chứa nhiều hợp chất bay hơi.

- Làm lạnh trước sau đó mới chiếu xạ.

- Chiếu xạ kết hợp với làm lạnh cùng lúc.

- Chiếu xạ kết hợp với làm lạnh đột ngột.

4.4.6. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến chất lượng của thực phẩm

4.4.6.1. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến thành phần dinh dưỡng của thực phẩm

Một ưu điểm rất lớn của xử lý chiếu xạ là hàm lượng protein, lipid, các carbohydrates hầu như không biến đổi qua xử lý chiếu xạ.

Các thay đổi thường là thay đổi cấu trúc của các polymer sinh học trên:

- Các protein có thể bị mất cầu nối disulfua hay bị phân cách thành các peptid ngắn.

- Các acid béo trong lipid có thể bị cắt mạch hay bị oxi hóa nối đôi gây cho sản phẩm có mùi ôi. Vì vậy nên trong sản phẩm có hàm lượng lipid cao như lac, olive, dừa thường không được xử lý bằng phương pháp chiếu xạ.

- Các carbohydrates có thể bị cắt mạch thành các polysaccharides ngắn hay bị oxi hóa thành acid hữu cơ gây chua cho sản phẩm.

Tuy nhiên các biến đổi trên sẽ giảm hẳn nếu chiếu xạ vào thực phẩm trong môi trường lạnh , phương pháp tốt nhất là xử lý chiếu xạ kết hợp với quá trình làm lạnh.

Mặt khác các thực phẩm trên khi đi vào cơ thể cũng bị cơ thể tiến hành các quá trình tương tự để tiêu hóa.

Vì vậy nhìn chung hàm lượng dinh dưỡng các chất trên được bảo toàn khi xử lý chiếu xạ.

♣ Ảnh hưởng đến hàm lượng vitamin:

Ảnh hưởng của chiếu xạ lên thực phẩm thể hiện rõ nhất là hàm lượng vitamin.

Trong các vitamin thông dụng thì các vitamin nhóm B bao gồm Thiamine (B_1), Riboflavin (B_2), Pyridoxine (B_6), ascorbic acid (vitamin C) có sự thay đổi lớn nhất. Nguyên nhân là do trong tế bào thực vật,,các chất này có vai trò trong chuỗi vận chuyển điện tử của quá trình quang hợp nên rất nhạy với các kích thích điện từ.

Các vitamin tan trong dầu như vitamin D, K, E có tính nhạy sáng cũng biến đổi mạnh.

Một điều lý thú có một số vitamin lại tăng hàm lượng sau khi chuyển xạ do sự chuyển hóa của các tiền vitamin dưới bức xạ, như vitamin D, B_{12}.

Sự nhạy với bức xạ của vitamin được cho như sau: thiamin > ascorbic > pyridoxine > riboflavin > folic acid > cobalamin > nicotinic acid (vitamin tan trong nước) và vitamin E> carotene> vitamin A > vitamin K > vitamin D (vitamin tan trong dầu).

4.4.6.2. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến tính chất cảm quan của thực phẩm

Tuy trong rau quả thành phần gây màu là carotenoid là các chất nhạy với bức xạ điện tử, nhưng các thử nghiệm cho thấy ảnh hưởng của chiếu xạ lên cảm quan về màu sắc, mùi vị của các sản phẩm rau quả hầu như không biểu hiện.

Ở một số trường hợp xử lý chiếu xạ gần biến đổi về màu sắc nhưng sự biến đổi này là đồng loạt, không phải cục bộ nên có thể chấp nhận được. Ở các sản phẩm khác sự thay đổi khó có thể phân biệt được bằng mắt thường.

Vì vậy người tiêu dùng khó nhận ra sản phẩm nào được sở lý bằng chiếu xạ và sản phẩm nào không → Trên bao bì bắt buộc phải có cảnh báo cho người tiêu dùng về sản phẩm mình muốn mua theo quy định quốc tế sau:

- Theo quy định 21 CFR 179.26 (c), FDA yêu cầu các loại thực phẩm được chiếu xạ phải mang các biểu tượng chiếu xạ quốc tế và phải in dòng chữ "Đã qua xử lý bằng bức xạ" hoặc "Đã qua xử lý bằng chiếu xạ" ("**Treated with radiation**" hoặc "**Treated by irradiation**") trên nhãn thực phẩm.

- Các loại thực phẩm sau không bị FDA yêu cầu dán nhãn:

1) Các thực phẩm với nhiều thành phần nguyên liệu có chứa những nguyên liệu đã được chiếu xạ (như gia vị) nhưng bản thân thực phẩm đó không được chiếu xạ,

2) Các thực phẩm chiếu xạ phục vụ trong các nhà hàng.

4.4.6.3. Ảnh hưởng của chiếu xạ đến bao bì sản phẩm

Quá trình chiếu xạ thường được tiến hành khi sản phẩm đã được đóng gói trong bao bì, vì vậy chiếu xạ cũng ảnh hưởng phần nào đến chất lượng bao bì.

Các loại bao bì có nguồn gốc vô cơ như thủy tinh, kim loại ít bị ảnh hưởng, các bao bì có nguồn gốc sinh học như giấy và các bao bì nhựa tổng hợp thì bị ảnh hưởng mạnh hơn.

Tuy nhiên có loại bao bị tổng hợp như P.E (Polyethylene), P.S (Polystirene) thì hầu như không bị ảnh hưởng.

Bảng 4.6: Ảnh hưởng của liều chiếu xạ đến chất lượng bao bì

Vật liệu	Liều chiếu tối đa (kGy)	ảnh hưởng ở liều chiếu tối đa
Polyethylene (P.E)	5000	-
Polystyrene (P.S)	1000	-
PVC	100	Bị mờ, xuất hiện acid HCL trong sản phẩm
Giấy bìa	100	Giòn, dễ vỡ
Popypropylene	25	Giảm khối lượng bao bì

4.4.7. Ưu và nhược điểm của chiếu xạ

4.4.7.1. Ưu điểm

- Giảm thiểu tổn thất thực phẩm.
- Cải thiện sức khỏe công cộng.
- Tăng khả năng thương mại quốc tế.
- Một lựa chọn khác để khử trùng thực phẩm (0,2 – 0,7 kGy) mà không cần dùng hóa chất.
- Tiết kiệm năng lượng.

4.4.7.2. Nhược điểm

- Một số VSV có khả năng chỉnh sửa lại cấu trúc tế bào của mình. Do đó chúng có khả năng sống sót và phát triển trở lại sau khi chiếu xạ.

Ví dụ: dạng VSV sinh bào tử (*Clostridium botulinum , bacillus cereus*...) và những loại vi sinh vật tái tại ADN (*Deinococcus radiodurans*) có khả năng chống xạ rất tốt.

- Virut có khả năng chịu đựng tốt và không bị tiêu diệt bởi tia chiếu xạ thường dùng trong sản xuất chẳng hạn như virut gây bệnh bò điên.

- Thực phẩm đã nhiễm đốc tố vi sinh không thể làm sạch bằng phương pháp chiếu xạ được.

- Thiết bị đắt tiền, cần nguồn nhân lực có trình độ chuyên môn cao.

4.5. Phương pháp cao áp

4.5.1. Giới thiệu chung và định nghĩa chế biến cao áp

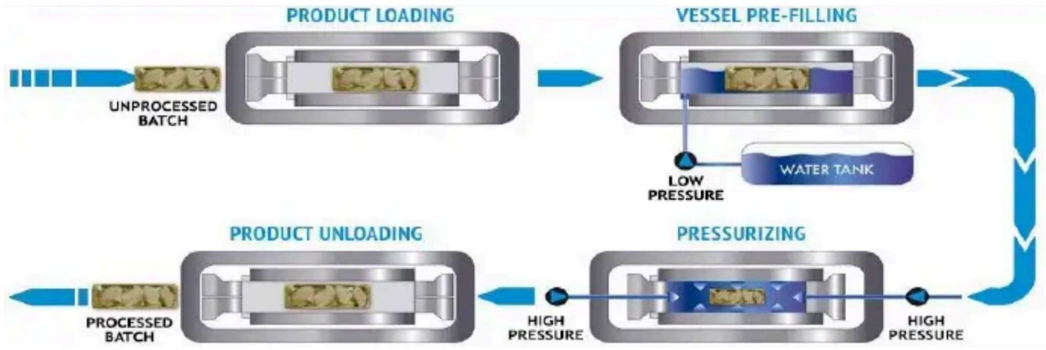
Ngành công nghiệp thực phẩm đang ngày càng hướng tới phát triển sản phẩm mới và các đề xuất sáng tạo thông qua các phương pháp chế biến mới cho phép làm những việc mà trước đây bạn không thể làm được.

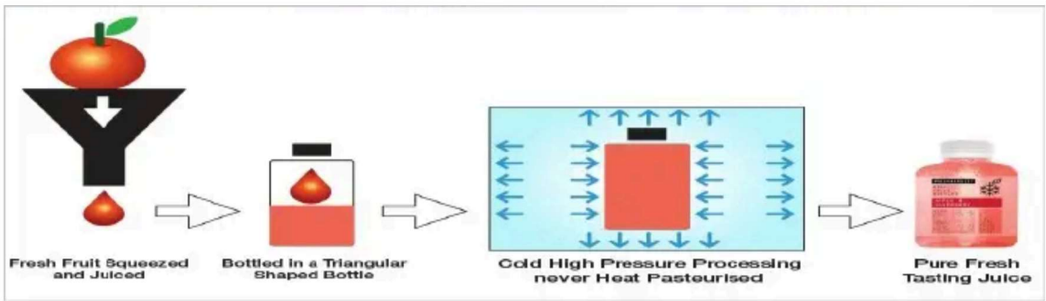
Một trong những phát triển thành công nhất được thực hiện cho đến nay là phương pháp chế biến cao áp (High Pressure Processing).

Mặc dù tác dụng cao áp lên thực phẩm đã được biết đến từ thế kỷ 19, nhưng mãi đến những năm 1990 các sản phẩm HPP đầu tiên mới được phát triển.

Kể từ năm 2000, chế biến cao áp đã được áp dụng cho tất cả các loại thực phẩm công nghiệp trên toàn thế giới.

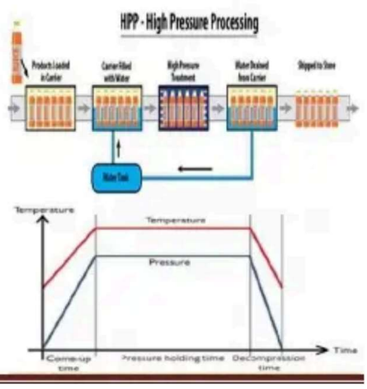
Chế biến cao áp là một kỹ thuật thanh trùng lạnh trong đó thực phẩm sau khi được bao gói trong bao bì dẻo và bền với nước được xử lý ở áp lực thủy tĩnh (áp suất truyền qua nước) cao lên đến 600 MPa / 87 000 psi ở buồng áp lực trong một vài giây đến vài phút. Bao bì cùng sản phẩm sẽ không bị biến dạng do áp suất tác động lên tất cả các điểm trên bao bì là như nhau (đồng nhất).





4.5.2. Chu trình và thiết bị xử lý cao áp

4.5.2.1. Chu trình xử lý cao áp



Một chu trình xử lý HP gồm 3 giai đoạn:

1. Tăng áp đến giá trị mục tiêu: 300 - 800 MPa (43,500 - 116,000 psi) với một tốc độ nhất định.

2. Xử lý HP (áp suất không đổi) trong một khoảng thời gian cụ thể: vài giây đến vài phút.

3. Giải áp với tốc độ cụ thể, thường giải áp 2 giai đoạn để tránh ảnh hưởng của nước cao áp.

Nhiệt cũng có thể được áp dụng, tuy nhiên, phần lớn các quá HP được tiến hành ở nhiệt độ lạnh, chủ yếu dựa vào áp lực để xử lý thực phẩm.

Điều quan trọng là cần lưu ý rằng: nhiệt độ quá trình xử lý HP tăng không do sự nóng lên đoạn nhiệt, mà phụ thuộc vào áp suất mục tiêu và thành phần thực phẩm:

+ Nhiệt độ của nước tăng lên khoảng 3 °C/ 100 Mpa.

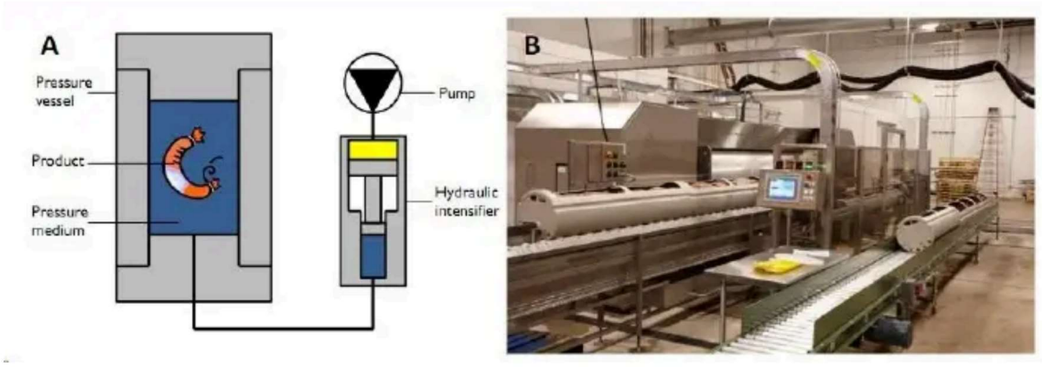
+ Chất béo có sự gia tăng nhiệt độ cao hơn**.**

4.5.2.2. Thiết bị xử lý cao áp

Hệ thống HPP điển hình bao gồm bốn thành phần chính: buồng chịu áp (Pressure vessel), chất lỏng điều áp (Pressure medium), bộ phận khuếch tán thủy lực (Hydraulic intensifier), và máy bơm (Pump).

- Buồng chịu áp (Pressure vessel): chế tạo từ vật liệu đủ bền để chịu được áp suất cao và nhiệt đội, kích thước có thể từ vài ml (mục đích nghiên cứu) đến vài trăm lít (mục đích thương mại).

- Chất lỏng điều áp (Pressure medium): có thể là nước, dung dịch glycol, ethanol, sodium benzoat hoặc khí trơ.



Trong thực phẩm chất lỏng điều áp thường được sử dụng là nước. Đầu tiên nước được bơm vào buồng chịu áp để loại bỏ các túi khí giữa các gói thực phẩm. Một khi các chất lỏng áp suất cao được thêm vào, bộ phận khuếch tán thủy lực và máy bơm được sử

dụng để tăng áp lực bên trong tế bào và áp lực được truyền qua một chất lỏng áp suất cao thông qua các vật liệu đóng gói cho thực phẩm của chính nó.

Áp suất cao tác động đồng nhất trên toàn bộ bề mặt của sản phẩm thực phẩm → hình dạng của thực phẩm được duy trì.

Thiết bị HPP có thể có 2 dạng: Nằm ngang và thẳng đứng.

4.5.3. Yêu cầu về thực phẩm và vật liệu bao gói xử lý HPP

Để sử dụng HPP đạt hiệu quả tốt nhất có các yêu cầu sau:

Thực phẩm có độ ẩm cao, được môi trường bao gói không có không khí và khoảng trống trong bao bì (head space)

Vật liệu bao gói phải đủ dẻo để truyền tải áp lực mà không bị hư hại hoặc biến dạng → vật liệu cứng như kim loại và thủy tinh không phù hợp.

Màng từ vật liệu polyme đồng trùng hợp Ethylene-vinyl alcohol (EVOH) và polyvinyl alcohol (PVOH), **nhựa plastic nhiều lớp** và vật liệu **nhôm** có thể được sử dụng để bao gói thực phẩm để xử lý HP.

Hình dạng của bao bì cần phải được thiết kế để phù hợp với nhiều hình dạng khác nhau của buồng áp lực → tăng tính kinh tế của pp.

Bao gói chân không với bao bì dẻo rất lý tưởng để xử lý HP (các gói có thể được nén bằng khoảng 15 % V ban đầu mà không bị tổn thương cấu trúc và nó có thể trở lại hình dạng ban đầu khi giải áp).

Hiện nay, đa dạng hình dạng bao bì được dùng để xử lý HP như lọ, khay và chai.

4.5.4. Ảnh hưởng của HPP đến VSV và hệ enzym

4.5.4.1. Ảnh hưởng của HPP đến VSV

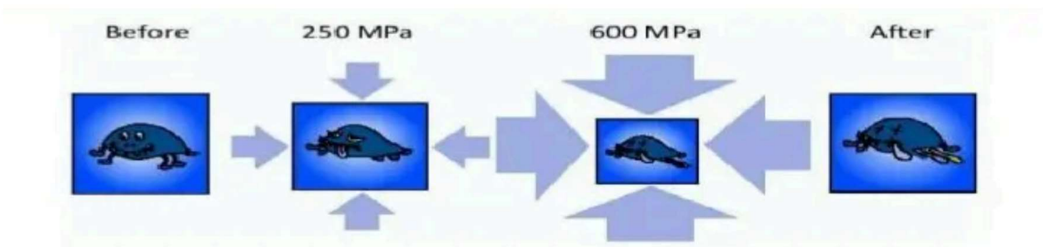
Áp suất cao (trên 200 MPa) có thể tiêu diệt hầu hết các VSV gây bệnh (*Listeria, Salmonella, Vibrio, Norovirus*, etc.) và gây hư hỏng thực phẩm bằng cách phá hủy chức năng tế bào của chúng mà không cần sử dụng nhiệt bao gồm:

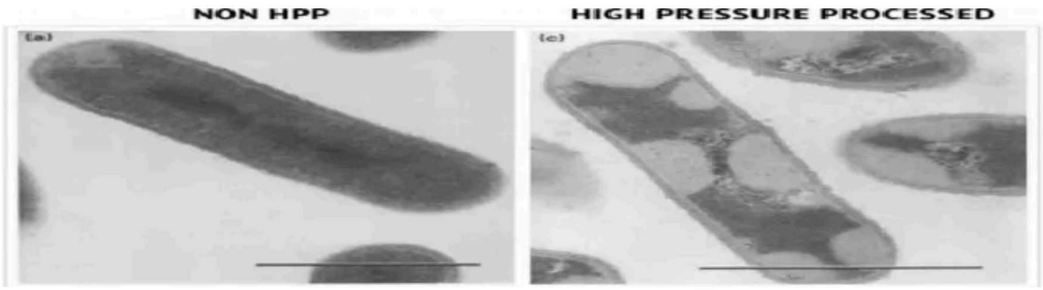
- Phá hủy màng tế bào và làm biến tính một số protein trong tế bào→ làm chết VSV.

- Quá trình tăng áp cũng có thể gây căng thẳng (stress) hoặc làm tổn thương các bào tử vi khuẩn.

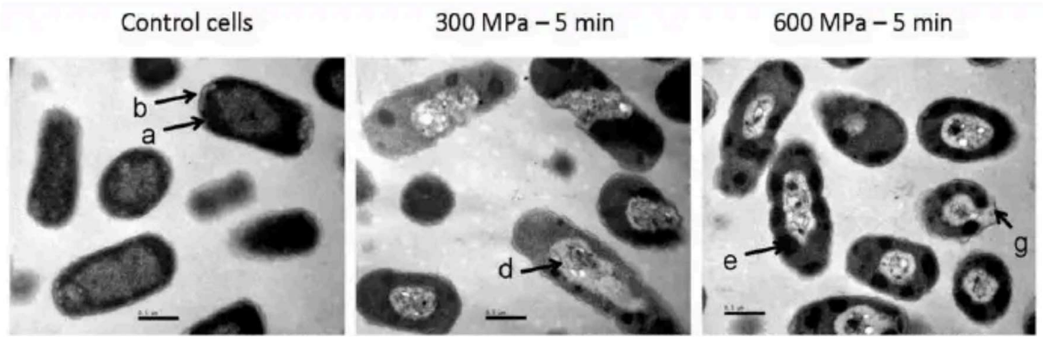
- Khả năng kháng áp của VK sinh bào tử > Gram + > Gram - > nấm mốc, nấm men.

- Bất hoạt các enzym quan trọng, bao gồm cả những enzyme tham gia sao chép ADN và phiên mã.





Hình 4.5: Tác động của HPP lên *L.monocytogenes*



Hình 4.6: Tác động của HPP lên *E.Coli*

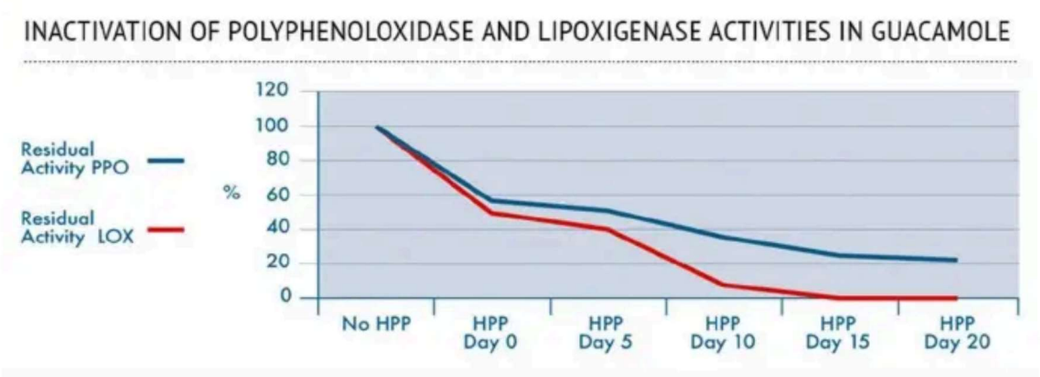
4.5.4.2. Ảnh hưởng của HPP đến hệ enzym

HP làm vô hoạt hoặc hay kích thích hoạt động của enzym (tùy thuộc vào điều kiện chế biến: pH, nồng độ cơ chất, cấu trúc đơn vị (protein) của các enzym, và nhiệt độ trong quá trình điều áp.

Những ảnh hưởng của áp suất lên hoạt tính của enzyme được cho là do kết quả tương tác của cơ chất-enzym (S-E).

Ví dụ: Nếu cơ chất là một đại phân tử→ HP ảnh hưởng đến cấu trúc (conformation) của cơ chất → phản ứng với enzym có thể xảy ra dễ dàng hơn hoặc khó khăn hơn.

Hoạt tính của enzym có tính thuận nghịch nếu P = 100-300 MPa, P> 300 MPa làm giảm khả năng phục hồi hoạt tính của enzym.



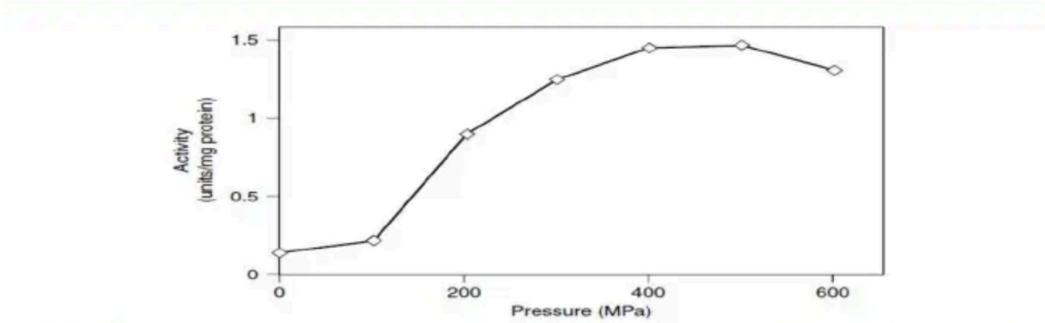


FIGURE 34.16 Activation of polyphenoloxidase from Bartlett pears by high pressure. (Adapted from M. Asaka and R. Hayashi, *Agric. Biol. Chem.* 55:2439, 1991.)

Hoạt tính của polyphenoloxidase tăng 5 lần khỉ xử lý lê Bartlett ở 400 MPa /25°C /10 phút. Tiếp tục tăng P→ hoạt tính không tăng.

Ở táo, chuối, khoai tây lại không quan sát thấy điều tương tự:

- Gomes and Ledward: khoai tây tươi xử lý tăng P từ 400–800 MPa / 10 phút → hoạt tính giảm.

- Táo xử lý ở P> 300 MPa → polyphenoloxidase bị vô hoạt.

Cano và cs. đã nghiên cứu ảnh hưởng kép của áp suất và nhiệt độ lên hoạt tính của peroxidase, polyphenoloxidase, và pectin methylesterase c ủa sản phẩm từ trái cây, theo đó:

+ 230 MPa / 43°C tối ưu để vô hoạt peroxidase ở pure dâu.

+ Sự kết hợp của áp suất cao và 35°C làm giảm mạnh hoạt tính của peroxidase và pectin methylesterase trong nước ép cam.

→ Qua đó ta thấy HPP tác dụng lên hệ enzyme trên các đối tượng thực phẩm là rất khác nhau và do đó cần xem xét ảnh hưởng của HP đến sự vô hoạt hoặc kích thích hoạt tính của enzyme để bảo tồn chất lượng của thành phẩm.

4.5.5. Ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm

4.5.5.1. Ảnh hưởng của HPP đến cảm quan sản phẩm

Áp suất cao lưu giữ được màu sắc của trái cây và rau quả tươi, màu trắng sáng của sữa.

Ví dụ: - **Matser và Bartels** (1999) xử lý dâu, **Yên và Lin**(1996) xử lý pure ổi ở 600MPa / 25 ºC / 15 phút đã báo cáo rằng không có sự phân giải chất diệp lục gây mất màu. Điều tương tự cũng được báo cáo bởi **Van Loey và cs**.(1998), **Weemaes và cs.**(1999) khi xử lý quả ở 800 MPa /≤ 40 ºC / 3 giờ.

- **Johnston và cs**.(1992), **Mussa và Ramaswamy** (1997) đã báo cáo: sữa sau khi được xử lý ở 300 Mpa/ 1h vẫn lưu giữ màu sắc trắng sáng (giá trị L).

HP có thể gây mất màu các sản phẩm thịt : thịt đỏ khi xử lý ở 200 ÷ 350 MPa bị mất màu đỏ. Tuy nhiên thịt trắng và thịt đã qua chế biến không bị ảnh hưởng bởi HP. Cường độ mất màu phụ thuộc nhiều vào áp lực hơn thời gian chế biến (Mũi et al, 1994;. Carlez et al, 1995;. Cheftel và Culioli, 1997).

Xử lý HP thịt đỏ chỉ nên thực hiện nếu sản phẩm này tiếp tục qua các công đoạn xử lý nhiệt khác .

HP không gây ảnh hưởng đến hương vị của sản phẩm.

HP làm hơi mềm kết cấu (texture) của thực phẩm, gây hiện tượng kết tinh ngược chất béo và lipid.

5.5.5.2. Ảnh hưởng của HPP đến protein và sự hình thành gel

Proteins bị biến tính một phần do HP ảnh hưởng đến đầu kỵ nước và các tương tác tĩnh điện. Ở áp suất > 200 MPa biến tính protein thường không thuận nghịch.

Quá trình hình thành gel là hậu quả kép của sự biến tính protein và polysaccharides. Các trạng thái biến tính sự tạo gel hoặc kết tủa phụ thuộc vào đặc điểm môi trường vật lý và hóa học.

Ví dụ: Lòng đỏ trứng:400 MPa / 30 phút / 25 ° C tạo gel.

Lòng trắng trứng: 500 MPa làm đông tụ một phần và mờ đục, áp suất 600 MPa làm đặc lại hoàn toàn.

Gel tạo bởi HP giữ lại màu sắc ban đầu của lòng đỏ hoặc màu trắng và mềm mại,có một hương vị tự nhiên, không phá hủy các vitamin và acid amin và dễ dàng tiêu hóa khi so sánh với gel tạo ra bởi nhiệt gây ra.

- Tại Nhật Bản, P = 400 MPa được sử dụng để kích thích sự tạo gel của surimi từ cá minh thái, cá mòi, cá ngừ, P = 600 Mpa – surimi tmực.

5.5.6. Ứng dụng của HPP trên các sản phẩm thương mại

5.5.6.1. Các sản phẩm từ sữa

Giúp kéo dài hạn sử dụng tăng từ 3 – 10 lần so với sản phẩm không xử lý HPP.

Đảm bảo sự tươi (freshness), không thay đổi các tính chất cảm quan, dinh dưỡng và chức năng của sản phẩm.

Ngăn chặn hiệu quả sự phát triển của VSV gây hư hỏng và gây bệnh.

HPP có tác dụng tốt trên sản phẩm có tính axit (ví dụ yogout) bởi hầu hết các bào tử VK chịu được áp lực đều không thể tồn tại trong môi trường có độ pH thấp. Xử lý HPP có tác dụng tốt trên cả sản phẩm lỏng và sản phẩm đặc, không phụ thuộc vào kích thước và độ dày của sản phẩm.

5.5.6.2. Các sản phẩm từ trái cây và rau củ

Kéo dài thời hạn sử dụng.

HPP vô hoạt VSV và enzyme làm giảm chất lượng sản phẩm. Nâng cao chất lượng và tính an toàn của sản phẩm.

Có thể áp dụng HPP cho rất nhiều dạng sản phẩm khác nhau từ trái cây và rau củ như: pure, nước sốt, nước ép, dạng miếng, v.v.

Một trong những ứng dụng thương mại HPP thành công nhất hiện này là sản phẩm pure từ bơ không chất bảo quản bởi HPP giúp bảo tồn được màu sắc, cấu trúc, mùi vị, có thể bảo quản trên 6 tuần ở điều kiện lạnh.

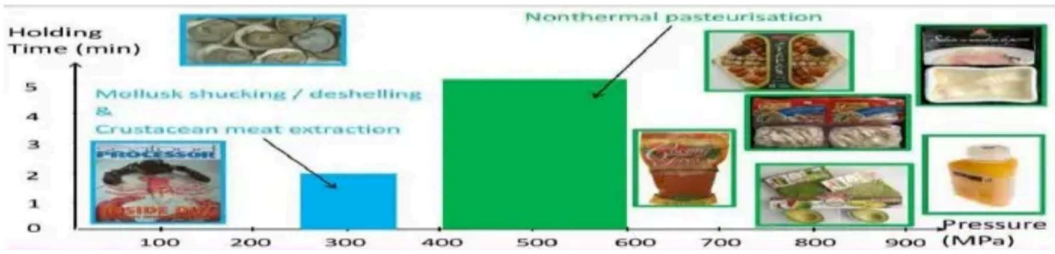
5.5.6.3. Các sản phẩm từ thịt và cá

Kéo dài thời hạn sử dụng.

HPP vô hoạt VSV và enzyme làm giảm chất lượng sản phẩm. Nâng cao chất lượng và tính an toàn của sản phẩm mà không cần bổ sung chất bảo quản hay phụ gia.

Một trong những ứng dụng thương mại HPP thành công nhất hiện này là tách thịt ra khỏi nhuyễn thể 2 mảnh vỏ (năng suất tăng hơn 45 %). sản phẩm pure từ bơ không chất bảo quản bởi HPP giúp bảo tồn được màu sắc, cấu trúc, mùi vị, có thể bảo quản trên 6 tuần ở điều kiện lạnh.

Dưới đây là một số ví dụ về áp suất và thời gian xử lý HPP cho một số sản phẩm cụ thể:



Product	Pressure(Mpa)	Holding time (min.)	Temperature (°C)
Potato cubes, Carrot	400	15	5-50
Apricot nectar	600-900	1-20	20
Orange juice	350	1	30
Vegetable juices, tomatoes, cauliflower, spinach,	300,370	10	35
Guacamole Salsa	600	3	-
Minced beef muscle	200-500	20	25
Pork slurries	300	10	20
Hams	300	5,15,25	20
Molluscs	550	2	-
Crustacean	200-300	5	-
Raw Milk	100-400	10-60	20
Skim Milk	310	0.05	25
Whey protein concentrate	200,400 or 800	10,20 or 40	20
Whipped and coffee cream	100-550	10	10-24

5.5.7. Ưu điểm và hướng phát triển

5.5.7.1. Ưu điểm

- Duy trì các đặc tính của sản phẩm tươi sống (giá trị cảm quan và giá trị dinh dưỡng) như: các loại nước ép trái cây, thủy sản có vỏ , các loại thịt nấu chín, dips, nước sốt, và guacamole (paste bơ).

- An toàn vi sinh và thời hạn sử dụng sản phẩm được tăng lên bởi làm bất hoạt các vi khuẩn gây bệnh và sinh vật hư hỏng và có một số enzym.

- Tạo ra sản phẩm thực phẩm mới (sáng tạo) do khả năng biến tính protein, tăng khả năng tạo gel, biến đổi các thuộc tính vốn cố của sản phẩm, ví dụ như sữa được cải thiện tính tạo bọt (foaming).

- Thời gian xử lý ngắn. Không phụ thuộc vào kích thước và hình dạng sản phẩm. Tiết kiệm nhân công (tách thịt từ nhuyễn thể có vỏ).

- Tiêu thụ năng lượng và nước thấp→ thân thiện với môi trường.

- Không sử dung nhiệt→ do đó duy trì chất lượng tươi của nhiều loại thực phẩm.

- Không (hạn chế) sử dụng chất phụ gia.

5.5.7.2. Hướng phát tri.ển

Công nghệ sử dụng áp suất cao kết hợp với nhiệt độ thấp (< 0 ºC) hoặc nhiệt độ cao cung cấp đa dạng các ứng dụng trong công tác bảo quản thực phẩm để tạo ra các sản phẩm có chất lượng tốt hơn (cải thiện các tính chất chức năng, hạn chế sự phát triển của vsv và sự hình thành độc tố) so với phương pháp xử lý nhiệt truyền thống.

Ví dụ: công nghệ tiệt trùng nhiệt độ cao kết hợp sử dụng áp suất cao trong thời gian ngắn đã được đề xuất để tiệt trùng thực phẩm vì hiệu quả bất hoạt vk sinh bào tử.

Tuy nhiên, sự ổn định của các chất dinh dưỡng (ví dụ, vitamin) và các hợp chất hóa học dưới điều kiện áp suất và nhiệt độ cao cực đoan (extreme) bị ảnh hưởng.

→ Do đó để áp dụng thương mại phương pháp này cần nghiên cứu thêm ảnh hưởng của áp suất cao đến giá trị dinh dưỡng thực phẩm.

4.6. Phương pháp siêu âm

4.6.1. Khái niệm

Siêu âm cũng được biết để có một tác động đáng kể vào tốc độ của quá trình khác nhau trong ngành công nghiệp thực phẩm.

Sử dụng siêu âm, các quy trình thực phẩm tái sản xuất bây giờ có thể được hoàn tất trong vài giây hoặc vài phút với độ lặp lại cao, giảm chi phí xử lý, đơn giản hóa thao tác, sản phẩm cuối cùng có độ tinh khiết cao hơn, giảm thời gian và tiêu thụ năng lượng.

Một số quy trình như đóng băng/rã băng, cắt, sấy, hòa trộn, tẩy màu, khử trùng, và chiết xuất đã được áp dụng hiệu quả trong ngành công nghiệp thực phẩm.

Những lợi thế của việc sử dụng siêu âm để chế biến thực phẩm, bao gồm: trộn và đồng nhất hiệu quả hơn, truyền năng lượng và chuyển khối nhanh hơn, giảm gradient nhiệt và nồng độ, giảm nhiệt độ, chiết xuất có chọn lọc, giảm kích thước thiết bị, đáp ứng nhanh hơn để kiểm soát quá trình chiết xuất, khởi động nhanh hơn, tăng sản lượng, và giảm bớt các công đoạn chế biến.

Quá trình thực hiện thực phẩm dưới tác động của sóng siêu âm được cho là bị ảnh hưởng một phần bởi những hiện tượng xâm thực khí (cavitation phenomena) và hiện tượng vi xoáy (chuyển khối nâng cao).

Sóng siêu âm là sóng cơ học hình thành do sự lan truyền dao động của các phần tử trong không gian có tần số dao động lớn hơn giới hạn nghe của con người f > 18kHz..

Khi một nguồn bức xạ âm thanh vào một môi trường (rắn, lỏng, khí) → âm thanh lan truyền dạng sóng hình sin → môi trường phản hồi lại sự lan truyền này hoặc có thể duy trì nó bằng cách dao động đàn hồi (nén và giãn).

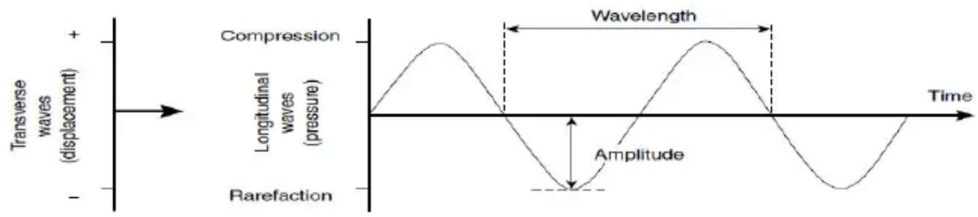


FIGURE 29.2 Transverse and longitudinal wave characteristics of ultrasound.

Sự nén: các phần tử của môi trường bị nén gây nên sức ép và mật độ môi trường tăng.

Sự giãn: những phần tử trong môi trường dịch chuyển một phần vì thể mật độ và áp lực của môi trường giảm. → Lúc đó, các chất hòa tan và hơi của chất lỏng lập tức dồn vào các khoảng trống ấy, gây ra tác dụng cơ học làm chết vi sinh vật ở trong môi trường.

Mặt khác, trong quá trình ấy một phần chất khí hoà tan bị ion hóa tạo ra **hydroxy peroxide**, **nito oxid** là những chất độc đối với vi sinh vật, nhất là vi khuẩn.

4.6.2. Phân loại và thiết bị

4.6.2.1. Phân loại

Siêu âm cường độ thấp– siêu âm tần số cao / siêu âm "không phá hủy"

• Q < 1W/cm 2, f = 1 – 10 MHz→ sóng siêu âm xuyên qua môi trường mà không gây ra bất kỳ thay đổi vật lý hay hóa học nào. Những phần tử hạt trong môi trường dao động để phản hồi với năng lượng thấp.

• Xác định một số chất vô định hình trong môi trường

• Xác định vị trí lỗi và các vật thể lạ (thủy tinh, dư lượng hữu cơ, nhiễm vk trong chất rắn và chất lỏng) trong quá trình kiểm tra chất lượng thực phẩm.

Siêu âm cường độ cao – siêu âm tần số thấp/siêu âm "năng lượng"

• Q > 10W/cm 2, f = 10 – 100 kHz→ gây áp lực cao bên trong thực phẩm dạng lỏng, tạo ra các dòng bong bóng cực nhỏ chuyển động nhanh và hình thành các bong bóng trong chất lỏng rồi nổ vỡ dữ dội: hiện tượng xâm thục khí. Gây ảnh hưởng đến các tính chất vật lý và hóa học của thực phẩm.

• Thay đổi một số thành phần của môi trường hoặc thúc đẩy một số phản ứng hóa học.

• Phá hủy thành tế bào của vsv, biến tính protein, kích thích hạt nảy mầm, nâng cao khả năng kết tinh trong thực phẩm.

4.6.2.2. Thiết bị phát sóng siêu âm

Một hệ thống phát sóng siêu âm gồm có 3 phần:

- **Máy phát điện siêu âm (electrical power generator)**: cung cấp năng lượng: chuyển dòng điện xoay chiều từ hệ thống điện thông dụng là 50 – 60 Hz đến một năng lượng điện siêu âm.

- **Máy biến năng siêu âm (Transducer)**: phát siêu âm: chuyển đổi điện năng thành năng lượng âm thanh bằng việc rung cơ học tại những tần số siêu âm. Gồm 3 loại máy: máy biến năng chất lỏng, biến năng điện từ và biến năng điện áp.

- **Hệ thống truyền siêu âm (emitter)**: truyền năng lượng siêu âm đến môi trường cần xử lý, gồm 2 dạng: dạng bể (tank) và dạng thanh (đầu dò).

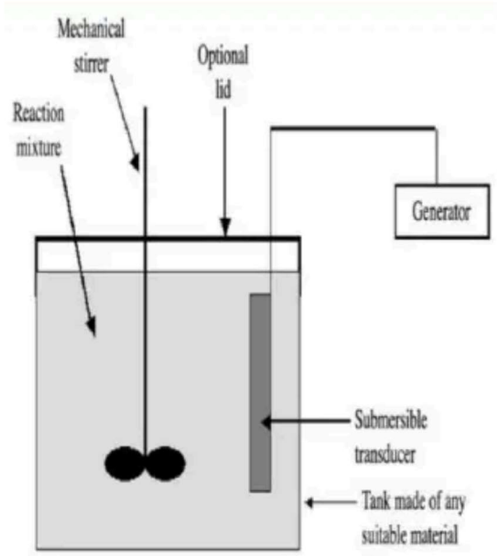


Fig. 16.12 Batch system employing a submersible transducer.

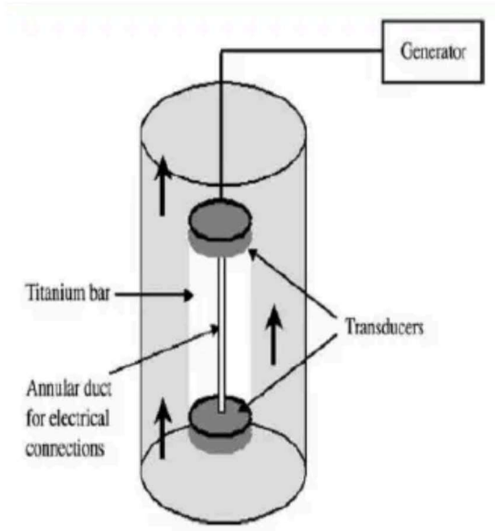


Fig 16.16 The Martin Walter tubular insert.

4.6.3. Một số ứng dụng của năng lượng siêu âm trong chế biến thực phẩm

Hiệu ứng cơ học

- Tăng tốc đóng băng/rã băng
- Kết tinh của chất béo, đường
- Khử khí
- Tiêu hủy bọt
- Chiết xuất hương liệu

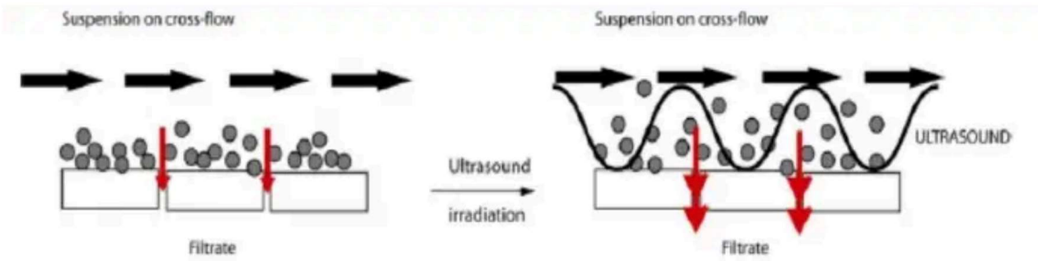
Hiệu ứng sinh hóa

- Tăng tốc quá trình oxy hóa và lão hóa
- Thay đổi hoạt động của enzym
- Diệt khuẩn
- Sửa đổi tăng trưởng của các TB sống
- Khử trùng thiết bị

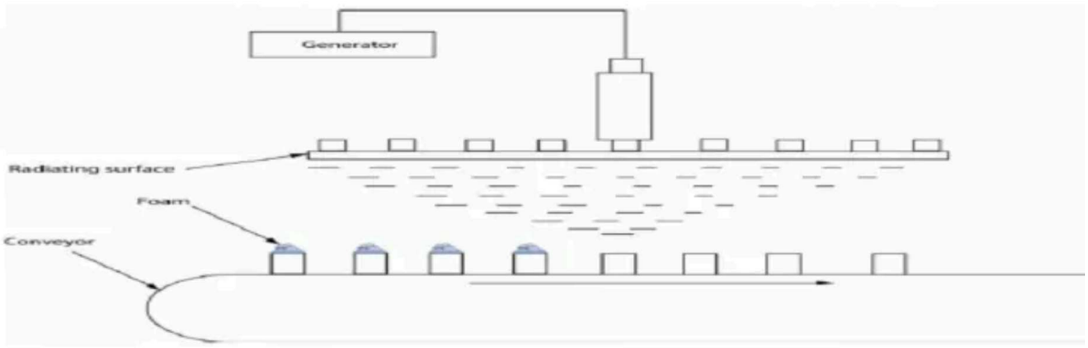
- Trộn và đồng nhất
- Lọc và làm khô
- Cắt siêu âm
- Xử lý nước thải

Table 1
Applications of ultrasound in food processing.

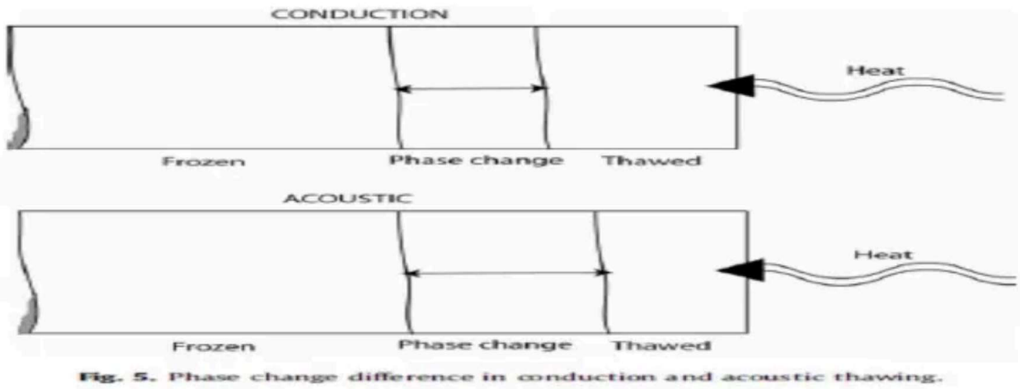
Applications	Conventional methods	Ultrasound principle	Advantages	Products
Cooking	Stove Fryer Water bath, ...	Uniform heat transfer	Less time Improving heat transfer and organoleptic quality	Meat Vegetables
Freezing/ crystallization	Freezer Freezing by immersion, by contact, ...	Uniform heat transfer	Less time Small crystals Improving diffusion Rapid temperature decreasing	Meat Vegetables Fruits Milk products
Drying	Atomisation Hot gas stream Freezing Pulverisation	Uniform heat transfer	Less time Improving organoleptic quality Improving heat transfer	Dehydrated products (fruits, vegetables, ...)
Pickling/marinating	Brine	Increasing mass transfer	Less time Improving organoleptic quality Product stability	Vegetables Meat Fish Cheese
Degassing	Mechanical treatment	Compression-rarefaction phenomenon	Less time Improving hygiene	Chocolate Fermented products (Beer, ...)
Filtration	Filters (membranes semi-permeable, ...)	Vibrations	Less time Improving filtration	Liquids (juices, ...)
Demoulding	Greasing moulds Teflon moulds Silicon moulds	Vibrations	Less time Reducing products losses	Cooked products (cake, ...)
Defoaming	Thermal treatment Chemical treatment Electrical treatment Mechanical treatment	Cavitation phenomenon	Less time Improving hygiene	Carbonated drinks Fermented products (Beer, ...)
Emulsification	Mechanical treatment	Cavitation phenomenon	Less time Emulsion stability	Emulsions (ketchup, mayonnaise, ...)
Oxidation	Contact with air	Cavitation phenomenon	Less time	Alcohols (wine, whisky, ...)
Cutting	Knives	Cavitation phenomenon	Less time Reducing products losses Accurate and repetitive cutting	Fragile products (cake, cheese, ...)



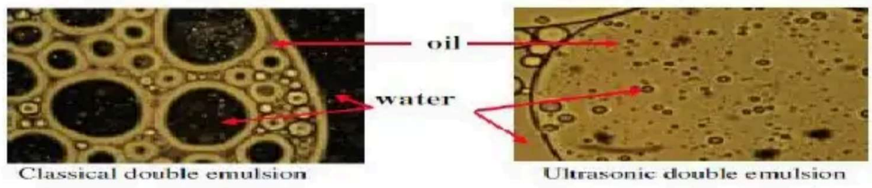
Hình 4.7: Ứng dụng sóng siêu âm để tăng tốc hiệu quả của quá trình lọc



Hình 4.8: Ứng dụng sóng siêu âm để phá bọt



Hình 4.9: Sự khác nhau trong tốc độ chuyển pha trong quá trình rã đông truyền thống và có sử dụng sóng siêu âm



Hình 4.10: Sự khác nhau trong sự hòa tan hệ nước-dầu có và không có sử dụng sóng siêu âm

4.6.4. Sóng siêu âm trong bảo quản thực phẩm

4.6.4.1. Cơ chế tác động lên vi sinh vật

Vi sinh vật và enzym là 2 yếu tố chính gây hư hỏng thực phẩm.

Xử lý nhiệt thông thường có thể tiêu diệt được tế bào sinh dưỡng và một số bào tử, và làm bất hoạt các enzym. Tuy nhiên, thời gian và nhiệt độ của quá trình này là tỷ lệ thuận với sự hao hụt chất dinh dưỡng, sự xuất hiện mùi vị không mong muốn và sự suy giảm của các tính chất chức năng sản phẩm thực phẩm.

Siêu âm là một trong những kỹ thuật bảo quản mới có thể loại bỏ hoạt động của vi sinh vật. Sóng siêu âm cường độ cao có khả năng phá vỡ các tế bào sinh học. Khi kết hợp với xử lý nhiệt, nó có thể đẩy nhanh tốc độ tiệt trùng của các loại thực phẩm. Do đó nó giảm cả thời gian và mức độ xử lý nhiệt.

Bào tử chịu đựng sóng siêu âm tốt hơn các tế bào sinh dưỡng, trong khi enzym được báo cáo là bị bất hoạt bởi sóng siêu âm do phản ứng suy thoái polyme (depolymerization).

Ngoài ra sự vô hoạt enzym còn do sự biến tính protein, tạo các gốc tự do (H+ và OH- có thể tái tổ hợp với axit amin của các enzym).

Yếu tố xử lý quan trọng là bản chất của sóng siêu âm, thời gian tiếp xúc với các vi sinh vật, các loại vi sinh vật, khối lượng thực phẩm chế biến, các thành phần của thực phẩm, và nhiệt độ.

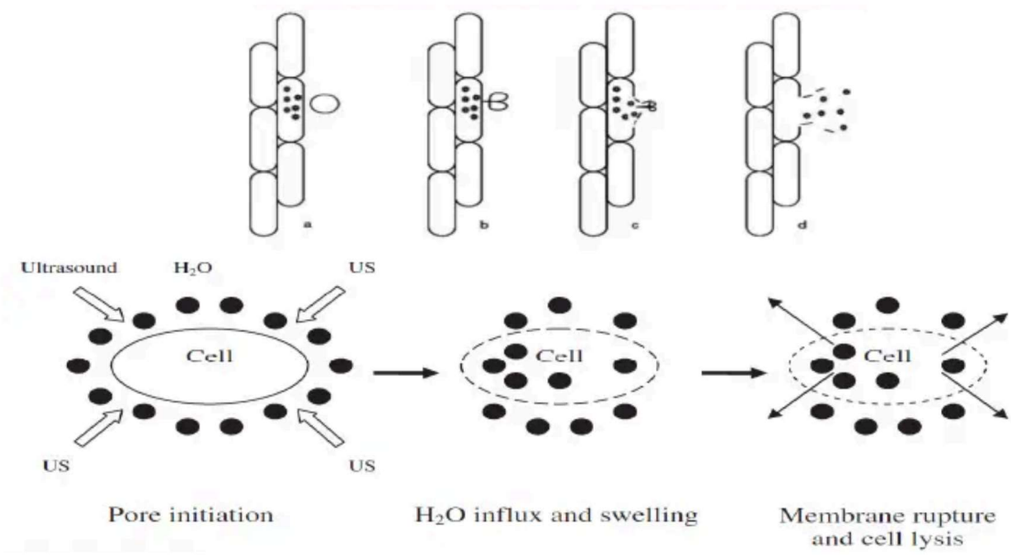
4.6.4.2. Cơ chế tác động của năng lượng siêu âm

Cơ chế tác động của năng lượng siêu âm trên hệ thống các chất ở môi trường lỏng chủ yếu cho là do sự tạo lỗ trống nội bào và phá vỡ cấu trúc tế bào và các thành phần chức năng dẫn đến việc phân giải tế bào.

Sự tạo lổ do sóng âm được chia tổng quát thành 2 loại: loại tạm thời (dạng bong bóng) và loại bền vững (dạng lỗ ổn định).

Dạng bong bóng sủi trong nước chứa đầy khí hay hơi nước, trải qua sự dao động không đều nhau và cuối cùng nổ tung sinh ra nhiệt độ và áp xuất tại chỗ cao (4000K và 1000 atm) sẽ phá hủy các tế bào sinh học và làm biến tính các enzyme hiện diện. Các bong bóng nổ tung vào trong cũng sinh ra các lực biến dạng cao và các tia lỏng trong dung môi cũng có thể có đủ năng lượng phá hủy màng tế bào một cách cơ học. Cơ chế

tác động kiểu này cũng từng được sử dụng ở quy mô nhỏ trong việc tẩy uế nguồn nước bị nhiễm bào tử vi sinh.



Hình 4.11: Cơ chế phá vỡ màng tế bào của sóng siêu âm

Dạng lổ ổn định liên quan đến những bọt sủi mà dao động theo một dạng đều cho nhiều chu trình âm thanh. Các bọt sủi cảm ứng các vi dòng có thể gây ra stress trong các chất lỏng xung quanh lên sự hiện diện của vài loài. Tác dụng này do đó cung cấp một lực lớn mà không có sự nổ của các bọt sủi. Dạng tạo lỗ trống này quan trọng trên một loạt các ứng dụng của siêu âm trong công nghệ sinh học

4.6.4.4. Siêu âm kết hợp

Các hiệu ứng tạo bởi sóng siêu âm không đủ nghiêm trọng để tiêu diệt vi sinh vật khi chỉ sử dụng siêu âm .

Ứng dụng sử dụng kết hợp với các phương pháp bảo quản khác bao gồm:

- ✓ Siêu âm áp lực- Manosonication: sự kết hợp của siêu âm và áp suất (MS) vừa phải.
- ✓ Sự nhiệt âm -Thermosonication: sự kết hợp của siêu âm và gia nhiệt vừa phải (TS).
- ✓ Nhiệt siêu âm áp lực - Manothermosonication: sự kết hợp của siêu âm, áp lực và nhiệt (MTS): thích hợp để vô hoạt một số enzyme ở nhiệt độ thấp .

Sự kết hợp của nhiệt và siêu âm hiệu quả hơn về thời gian xử lý và năng lượng tiêu thụ so với sử dụng riêng từng phương pháp (Bảng 4.8).

Điều này có thể giải thích: do tế bào bị tác dụng siêu âm trở nên nhạy với tác dụng nhiệt, ngoài ra nhiệt độ cao làm giảm độ nhớt → hỗ trợ tốc độ thâm nhập vào thực phẩm của siêu âm.

Tuy nhiên nếu nhiệt độ cao hơn điểm sôi → mất đi hiệu ứng xâm thực. Trong những tình huống này phương pháp nhiệt siêu âm áp lực có thể được sử dụng để nâng cao hiệu quả. Bất hoạt của các bào tử của một số vi khuẩn đã được báo cáo với siêu âm kết hợp với nhiệt ở 112 º C và 300 KPa.

Bảng 4.7: Hiệu ứng của sóng siêu âm trong sự kết hợp với nhiệt và áp suất

Loại kết hợp	Tế bào sinh dưỡng	Bào tử	Enzym
Sóng siêu âm	+	-	-
Sóng siêu âm+nhiệt (TS)	+	+	-
Sóng siêu âm+nhiệt+ áp lực (MTS)	+	+	+

➔ Hiệp hội Thực Phẩm và Dược Phẩm Hoa Kỳ đã kiểm tra siêu âm như một cơ sở cho việc sử dụng trong các ngành công nghiệp thực phẩm.

Kết luận của họ đã chắc chắn rằng siêu âm sử dụng một mình không đủ để làm bất hoạt nhiều loài vi khuẩn và sẽ do đó không được hiệu quả như một cách thức bảo quản thực phẩm.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp, nó tác dụng hiệp đồng với các phương pháp bảo quản thực phẩm khác và như vậy có thể xem xét nó như là một sự trợ giúp đáng kể cho các kỹ thuật bảo quản thực phẩm.

4.7. Phương pháp sinh học

Phương pháp sinh học ứng dụng để bảo quản thực phẩm dựa trên các chức năng có lợi của vi sinh vật như: Lên men thực phẩm, sản sinh ra enzyme, antibiotic và phân giải các hợp chất hữu cơ.

Phân loại: + Phương pháp lên men

+ Phương pháp dùng bacteriocin

+ Phương pháp dùng enzym

4.7.1. Phương pháp lên men

♣Bản chất:

Sử dụng các vi sinh vật lên men tạo ra acid làm thay đổi pH môi trường ức chế sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng thực phẩm và kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm.

Vi khuẩn sinh acid lactic (LAB) là một nhóm vi khuẩn có ứng dụng đa dạng nhất trong công nghiệp để lên men thực phẩm.

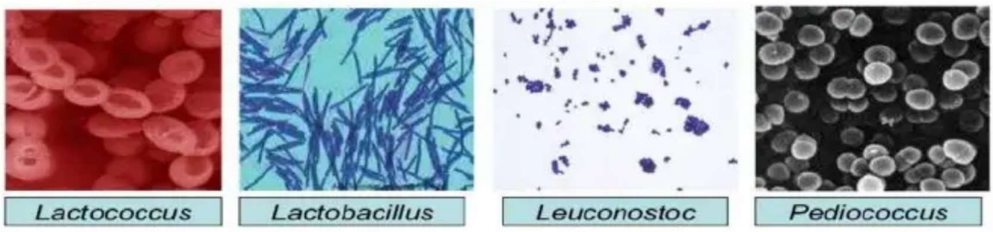
Phân loại:

a) Dựa trên sản phẩm cuối: nhóm vi khuẩn lên men lactic đồng hình và nhóm vi khuẩn lên men lactic dị hình.

b) Dựa trên khả năng chịu nhiệt: nhóm chịu nhiệt cao, nhóm chịu nhiệt trung tính, nhóm ưa lạnh.

Trong quá trình lên men các vi khuẩn này tiết ra axit lactic và axit acetic làm axit hóa môi trường góp phần kìm hãm và tiêu diệt vi khuẩn gây hư hỏng thực phẩm.

Ngoài ra các vi khuẩn sinh lactic còn tiết ra các bacteriocin kháng khuẩn.



4.7.2. Phương pháp bổ sung bacteriosin

Các mối quan tâm lớn khi các chất được thêm vào các loại thực phẩm như chất bảo quản là những rủi ro tiềm ẩn đối với người tiêu dùng.

Probiotic là nhóm những vi khuẩn có lợi cho sức khỏe, điển hình như nhóm LAB.

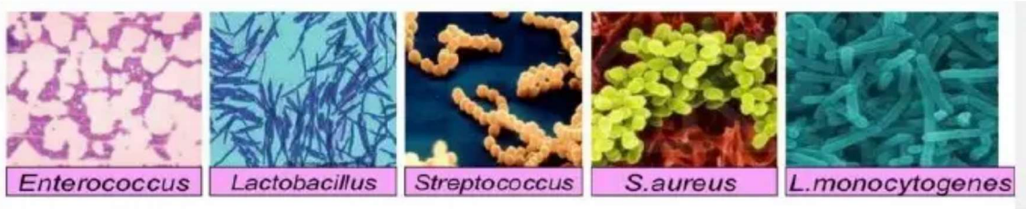
Tính kháng khuẩn của probiotic được ứng dụng nhiều nhất trong CNTP cũng như trong dược phẩm. Sở dĩ các vi khuẩn này có khả năng kháng khuẩn tốt là do trong quá trình trao đổi chất đã tạo ra các sản phẩm có tính kháng khuẩn như axit hữu cơ (axit lactic và axit acetic), hydroperoxide, ethanol, diacetyl, acetaldehyde, acetoine, CO_2, reuterin, reutericyclin và bacteriocin... Các sản phẩm trao đổi chất này chính là "vũ khí" kháng khuẩn của probiotic.

Hiệu quả của bacteriocins sản xuất bởi LAB làm thực phẩm phụ gia ức chế mầm bệnh được quan tâm đặc biệt vì chúng được sản xuất bởi các sinh vật cấp thực phẩm và do đó có thể được phân loại như là "tự nhiên" và được coi là an toàn cho người tiêu dùng.

♣ **Định nghĩa:**

Bacteriocin (kháng sinh có nguồn gốc từ vi khuẩn) là peptide hoặc protein diệt khuẩn được sinh ra từ vi khuẩn có tác dụng ức chế đối với các loài liên quan gần với chủng sản xuất, có tính kháng một số VSV gây hư hỏng và gây ngộ độc thực phẩm. Bacteriocin là các protein, nó được các vi sinh vật chủ yếu là nhóm vi khuẩn sinh lactic tiết ra.

Bacteriocin lớp I có phổ kháng khuẩn khá rộng .



Bacteriocin lớp IIa lại có phổ kháng khuẩn hẹp.

Tiến trình thường sử dụng để ứng dụng bacteriocin trong bảo quản thực phẩm :

Nuôi cấy LAB trên thực phẩm để vi khuẩn phát triển và tạo bacteriocin → Bổ sung bacteriocin tinh khiết hay bán tinh khiết vào thực phẩm → Sử dụng các sản phẩm lên men bởi chủng tạo bacteriocin làm thành phần chế biến thực phẩm.

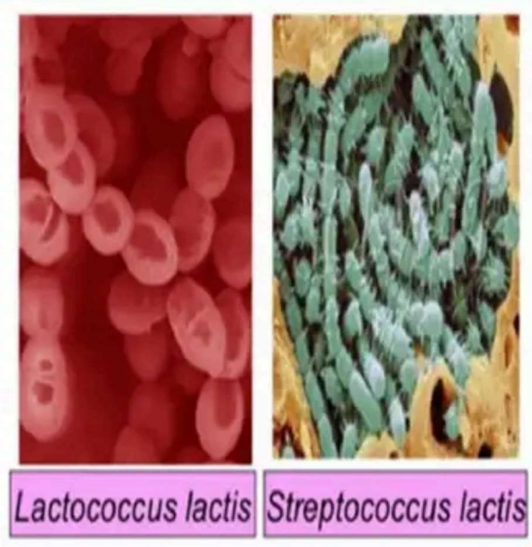
♣ **Ảnh hưởng đến VSV:**

Các chất kháng sinh có tác dụng chủ yếu với vi khuẩn, tác động yếu đối với nấm mốc, nấm men: Làm ngưng tổng hợp thành tế bào vi khuẩn; phá vỡ tính thẩm thấu của màng tế bào.

Ảnh hưởng tới quá trình tổng hợp protein của vi khuẩn.

Ảnh hưởng đối với acid nucleic).

Nisin, lactococcin, và pediocin là bacteriocins được sản xuất bởi LAB.

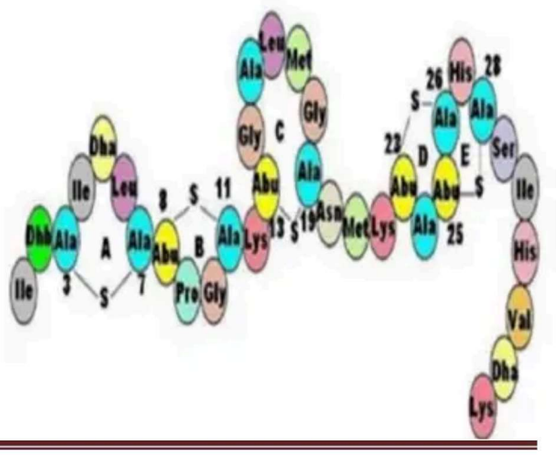


4.7.2.1. Bổ sung nisin

Nisin là một bacteriocin được sinh ra bởi Lactococcus lactis và Streptococcus lactis đã được chấp nhận để sử dụng như một chất bảo quản trong các ngành công nghiệp thực phẩm.

Nisin liên kết với anion phospholipid -> di chuyển vào tế bào gây rối loạn quá trình trao đổi ion và làm chết vi sinh vật .

Nó là một bacteriocin loại I có thể chống lại hầu hết các vi khuẩn Gram dương, kể cả VK sinh bào tử như *Clostridium botulinumm*. Tuy nhiên, nisin không có tác dụng với vi khuẩn Gram âm, nấm men, hoặc nấm mốc.



Nisin bị phá hủy ở pH=8,0 nhiệt độ

37 º C từ 15 - 30 phút .Nó được dùng trong công nghiệp chế biến pho mát, bảo quản đồ hộp, nước ép quả đóng hộp, rau quả tươi…

Liều dùng trong thực phẩm là 20 U.I/g thực phẩm.

Bảng 4.8: Những loại thực phẩm và đồ uống có sử dụng nisin

Loại thực phẩm	Chức năng
Phomat dạng cứng	Chống lại quá trình (blowing fault) gây ra bởi clostridia.
Sữa	Kéo dài thời gian sử dụng
Nước ép cà chua	Tạo điều kiện để có thể tiến hành các quá trình xử lý nhiệt "mềm" hơn.
Đồ hộp	Kiểm soát sự xuất hiện vị lạ không mong muốn (flat sour) gây ra bởi các vi sinh vật chịu nhiệt.
Bia	Kìm hãm sự hư hỏng gây ra do LAB
Rượu vang	Kiểm soát sự hư hỏng gây ra do LAB

4.7.2.2. Pediocin

Được sản xuất bởi LAB *Pediococus*. Pediocin PA-1 sản xuất bởi *Pediococcus acidilactici* được chứng minh là ngăn chặn được sự phát triển của *L. monocytogenes* trong phomat tươi, kem tươi và nước sốt từ phomat trong 1 tuần ở 4 ºC, trong khi ở điều kiện không bổ sung pediocin thì quan sát thấy sự phát triển rất mạnh ở mẫu đối chứng.

4.7.2.3. Sakacin

Là một nhóm các bacteriocins được sản xuất bởi *Lactobacillus sake*, có khả năng kéo dài hạn sử dụng của thịt tươi sống bằng cách ức chế sự tăng trưởng của vi sinh vật gây hư hỏng thịt và kiểm soát sự phát triển của *L. monocytogenes*.

4.7.2.4. Và các loại bacteriocin khác

Ngoài 3 loại bacteriocin kể trên còn có các bacteriocin được sản xuất các chủng *Lactobacillus helveticus* (helveticins và lactocin), *Lactobacillus acidophilus* (lactacin,

acidophilucin), và *Lactobacillus plantarum* (plantaricin, plantacin) cũng đã và đang được nghiên cứu rộng rãi nhất trong lĩnh vực này.

4.7.3. Phương pháp bổ sung enzyme

Bảng 4.9: Một số enzyme, nguồn gốc và cơ chế tác dụng

Enzym	Nguồn gốc	Cơ chế
Lyzozyme	Sữa động vật	Xúc tác quá trình cắt đứt nối peptidoglycan trên vách tế bào vi khuẩn
Lactose peroxidase **Glucose peroxidase**	Sữa bò *A.niger*	Xúc tác quá trình oxy hóa, giải phóng chất độc hay các sản phẩm làm bất hoại vi khuẩn
Glucose oxidase	*Penicillium*, *A.niger*	Xúc tác quá trình oxy hóa loại bỏ cơ chất hay chất dinh dưỡng (đường glucose)
Hydrolase	Nhiều nguồn	Xúc tác quá trình thủy phân polysaccharide ngoại bào

4.7.3.1. Lysozyme

♣ Đặc điểm cấu trúc

Lysozyme là một loại enzym kháng sinh được tìm thấy trong lòng trắng trứng, nước mắt và các dịch khác. Nó phá bỏ các bức tường polysaccharide của nhiều loại vi khuẩn và do đó nó cung cấp một số cách chống nhiễm trùng.

Các lysozyme được lấy từ lòng trắng trứng là được nghiên cứu rộng rãi nhất, lần đầu tiên được giới thiệu bởi Laschstchenko năm 1990. Cấu trúc chính của lysozyme lòng trắng trứng được hiển thị ở đây là một chuỗi polypeptide duy nhất của 129 axit amin có 4 cặp cystei hình thành cầu nối di-sulfua giữa các vị trí: 6 và 127, 30 và 115, 64 và 80, 76 và 94. Những cầu nối disulfua làm polypeptide không phải là một chuỗi thẳng. Cấu trúc của lysozyme là phù hợp dưới điều kiện làm cho nó lý tưởng cho nghiên cứu tinh thể.

♣ Ứng dụng:

Lysozyme là một sản phẩm an toàn đã được đánh giá tích cực của các cơ quan một số quy định (WHO, FDA, Uỷ ban Khoa học thực phẩm của EU). Hiện nay lysozyme đã

được ứng dụng thực tế ở các ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, trong y học và công nghiệp dược phẩm.

Lysozyme như một chất bảo quản thiên nhiên nên enzym này được sử dụng để bảo quản thịt, cá, sữa và các sản phẩm sữa cũng như trái cây, rau xanh và rượu vang.

Ngành công nghiệp dược phẩm này cũng sử dụng enzym trong sản xuất thuốc kháng sinh và thuốc giảm đau trong điều trị ung thư và bệnh khối u.

a) Trong sản xuất rượu vang

Trong khi các loại rượu vang có môi trường rất thích hợp cho vi khuẩn axitlactic để phát triển thì 1 số loại vi khuẩn lại gây ra những tác hại lớn cho việc sản xuất rượu vang.

Lactobacillus là một trong những nguyên nhân của quá trình lên men khó khăn hay chậm chạp. Kết quả là, một sự chậm trễ đáng kể trong các quá trình lên men hoặc tệ hơn, sự hình thành của axit dễ bay hơi và những thiệt hại về mặt hương vị chua và đã gây ra có thể hư hỏng một quá trình sản xuất.

Để tránh những hạn chế trên những nỗ lực được tìm ra đó là enzyme với những ưu điểm: Lysozyme có một hoạt động rất cụ thể: đó là chỉ hoạt động trên vi khuẩn axitlactic và không can thiệp vào các quá trình lên men rượu. Giảm đáng kể nguy cơ nhiễm lên men gây chậm quá trình.

Bổ sung 250-300ppmm lysozyme để:

- Đảm bảo việc bảo vệ chống lại quá trình oxy hóa ổn định rượu vang.
- Kiểm soát sự phát triển của axit dễ bay hơi.

b) Trong sản xuất phomat

Lysozyme đã mang lại những hiệu quả tích cực trong sản xuất phomat.

Những vi khuẩn đặc biệt là *Clostridium Tyrobutycricum* đã được tìm thấy có khả năng sống sót ở điều kiện xử lý thanh trùng sữa dùng để sản xuất phomat, và chúng nhân lên sau đó, gây ra hư hỏng đối với phomat. - Ta gọi hiện tượng này là trương phồng (là một dạng khí được sinh ra trong quá trình lên men butyric ở quá trình chín phomat).

Chính hiện tượng này làm cho phomat hình thành những lỗ không đều, ảnh hưởng đến mùi vị làm phá vỡ cấu trúc của phomat. Thêm lysozyme vào sữa phomat nhằm ngăn

chặn sự phát triển quá mức của bào tử vi khuẩn *Clostridium Tyrobutyricum* (VK gram dương).

Lợi thế của việc sử dụng Lysozyme Chloride (Lysozyme HCl) bao gồm:

- Có thể được sử dụng thay cho các chất bảo quản nhân tạo khác, chẳng hạn như nitrat.
- Hương vị được bảo quản thông qua quá trình lão hóa
- Trong trường hợp loại bỏ vi khuẩn, Lysozyme Chloride có thể được thêm vào mức độ thấp để bảo vệ chống lại ô nhiễm môi trường trong suốt quá trình sản xuất
- Không cần vốn đầu tư chi phí lớn để có hiệu quả ức chế vi khuẩn.

c) Trong sản xuất sữa bột

Các đặc tính chống lây nhiễm trong sữa non và sữa trưởng thành có cả thành phần hòa tan và thành phần tế bào.

Các thành phần hòa tan bao gồm Immunoglobulin (Iga - IgM IgG), lysozyme, lactoferin, nhân tố nhị phân, các enzym và các chất điều khiển miễn dịch khác.

Lysozyme là một enzym có đặc tính tiêu diệt vi khuẩn và chống lại một số virut, ở sữa mẹ có hàm lượng lớn hơn 5000 lần so với sữa bò chính vì vậy mà lysozyme được bổ sung vào công thức sữa cho trẻ sơ sinh để cho sữa bột gần giống với sữa mẹ.

d) Trong sản xuất trứng giấm

Trứng giấm là loại thức uống sức khỏe lưu truyền rộng rãi trong dân gian, dùng trứng gà ngâm trong giấm, rồi ăn cả trứng đã hòa tan trong giấm.

Thức uống này từ thời Hy Lạp cổ đã được biết đến, có nhiều loại công hiệu và chế biến thuận tiện. Lòng trắng trứng gồm các phân tử protid khổng lồ, là thành phần quan trọng cấu thành sự sống.

Ngoài việc chứa nhiều lysozyme (muramidase) ra, nó còn chứa chất chống ung thư. Phân tử protid lòng trắng trứng đã ngâm giấm cũng nhỏ hơn, lại phóng thích ra nhiều lysozyme, dễ được cơ thể hấp thụ, tác dụng lớn hơn so với lòng trắng đơn thuần.

Vỏ trứng được mềm hóa, hòa tan trong giấm sẽ biến thành canxi acetat, dễ tan trong nước, được ruột non hấp thụ sạch, là loại muối vô cơ khó mà có được. Nó không chỉ trợ giúp cơ thể phát triển xương khớp mà còn phòng trị bệnh cao huyết áp.

4.7.3.2. Glucose oxidase và các loại enzyme khác

Glucose oxidase (EC 1.1.3.4) xúc tác quá trình oxy hóa của β-D-glucose bởi O_2 tạo δ-D-gluconotactone và H_2O_2 theo sơ sồ sau:

$$O_2 + C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow H_2O_2 + C_6H_{12}O_7$$

Glucose oxidase được sản xuất bởi nấm mốc Penicillium và Aspergillus. *Aspergillus niger* chủng NRRL 3 (ATCC 9029) là nguồn truyền thống được ứng dụng nhiều nhất để sản xuất glucose oxidase thương mại là sản phẩm phụ của quá trình sản xuất axit gluconic của A.niger (Crueger, 1990).

Lactoperoxidase được sử dụng như một chất kháng khuẩn trong việc làm giảm vi khuẩn trong sữa và các sản phẩm từ sữa. Người ta kích hoạt hoạt tính của lactoperoxidase bằng cách thêm H_2O_2và thiocyanate (SCN^-) để kéo dài hạn sử dụng của sữa tươi trong tủ lạnh.

Ở pH thấp axit hypothiocyanous được tạo ra do lactoperoxidase có thể xúc tác phản ứng oxy hóa SCN^- tạo $OSCN^-$ hoặc HOSCN (Daeschel và Penner, 1992) theo sơ đồ sau:

$$SCN^- + H_2O_2 \rightarrow OSCN^- + H_2O$$

4.8. Phương pháp dòng điện cao tần

4.8.1. Khái niệm

Sản phẩm được đặt trong điện trường của dòng điện xoay chiều có tần số cao, khi đó các phần tử tích điện trong sản phẩm (ion, điện tử) sẽ dao động do tác dụng của điện năng, chuyển điện năng được hấp thụ thành nhiệt năng tiêu diệt vi sinh vật để thanh trùng sản phẩm

Khả năng hấp thụ điện năng tuỳ thuộc kích thước bao bì đựng thực phẩm, vào điện áp và tần số của dòng điện.

Tần số dòng điện càng lớn hay bước sóng càng ngắn thì quá trình thanh trùng càng nhanh.

4.8.2. Ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật:

Sự bất hoạt vi sinh bằng xung điện cao áp dựa trên nhiều nhân tố, có thể được phân loại thành:

♣ **Thông số xử lý:**

Cường độ xung điện và tổng thời gian xử lý là 2 tham số chính ảnh hưởng đến sự bất hoạt vi sinh.

Nếu tăng cường độ xung điện hay tổng thời gian xử lý sẽ tăng khả năng bất hoạt vi sinh. Tuy nhiên, để đạt sự giảm nhanh về số lượng vi sinh thì cường độ xung điện sử dụng phải vượt hơn giá trị tới hạn.

♣ **Đặc điểm vi sinh:**

Tế bào sinh dưỡng của vi khuẩn chịu đựng xung điện cao áp tốt hơn nấm men hay nấm mốc. Hay nói cách khác, nấm men hay mốc dễ bị bất hoạt bởi xung điện.

Vi khuẩn Gram + chịu được xung tốt hơn Gram – do sự khác nhau về màng và vách tế bào.

Các bào tử vi khuẩn thường chống chịu xung điện tốt hơn các tế bào sinh dưỡng ở cũng một điều kiện xử lý. Điều này có thể giải thích như sau: bào tử vi khuẩn có kích thước nhỏ và chúng ở trạng thái loại nước và khoáng hóa với lớp vỏ và lớp phủ dày giúp bảo vệ nhân bên trong nên có tính kháng cao với xung điện.

Tế bào vi sinh vật phát triển ở pha log nhạy cảm với xung điện hơn tế bào ở pha tĩnh. Điều này một phần là do tính yếu của màng tế bào trong suốt quá trình phân chia tế bào.

♣ **Thông số sản phẩm:**

Độ dẫn điện của thực phẩm: là một trong những tham số sản phẩm quan trọng vì nó quyết định trực tiếp đến độ chống chịu của thực phẩm với xung điện.

pH của thực phẩm: Ảnh hưởng của pH sản phẩm lên sự bất hoạt vi sinh bởi xung điện khác nhau và phụ thuộc cộng hưởng vào loại vi sinh vật có mặt trong sản phẩmvà thông số xử lí xung điện.

pH giảm làm tăng hiệu quả bất hoạt vi sinh của xung điện. Do đó, các sản phẩm mang tính acid thích hợp hơn với bảo quản bằng xung điện cao áp do pH thấp có thể tránh các tế bào vi sinh vật bị tổn thương nhẹ có hiện tượng phục hồi lại sau xung điện.

4.8.3. Ứng dụng trong công tác bảo quản

Ứng dụng xung điện trường chỉ áp dụng cho thực phẩm dạng lỏng gồm 2 nhóm: có tính axit và không có tính axit như bảng dưới đây:

Bảng 4.10: Ứng dụng xung điện trường để sát trùng và/hoặc bảo quản thực phẩm

Thực phẩm lỏng có tính axit	- Nước ép cam và các loại họ citrus khác. - Nước ép táo (tươi hoặc cô đặc). - Nước ép cà chua, ketchup. - Pure từ trái cây. - Mayonnaise, nước sốt spaghetti, nước sốt salsa. - Yoghurt (với trái cây). - Các loại mứt quả. - Các loại rượu, bia, nước ngọt có gas, v.v.
Thực phẩm lỏng không có tính axit	- Sữa tươi nguyên chất, sữa tươi thanh trùng, các loại kem. - Chất lỏng lòng trắng trứng, chất lỏng toàn bộ trứng. - Các loại nước ép rau, pure từ rau, pure từ quả bơ (guacamole). - Các loại gia vị và hương liệu ở dạng huyền phù. - Protein hoặc chất xơ từ rau. - Siro, mật ong, - Thịt xay, cá xay, surimi, v.v.

4.8.4. Ưu và nhược điểm

♣ **Ưu điểm:**

❑ Có thể bất hoạt nhanh các tế bào sinh dưỡng của vi sinh vật bao gồm cả chủng gây bệnh và gây hư hỏng thực phẩm.

♣ **Nhược điểm:**

❑ Chỉ những thực phẩm lỏng đồng nhất (không có bọt khí hay các phân tử lớn) mới có thể được xử lý hiệu quả.

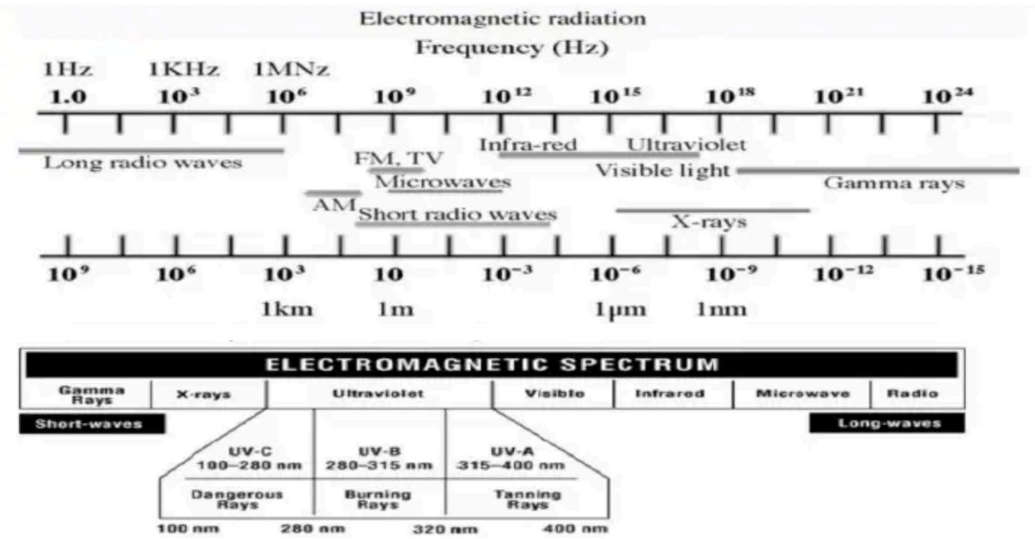
❑ Bào tử vi khuẩn không bị bất hoạt.

- Enzyme chỉ bị bất hoạt một phần nên hầu hết các thực phẩm xử lý bằng xung điện cần được trữ lạnh để tăng thời gian bảo quản.
- Sự thay đổi bất lợi về hóa học có thể xảy ra nếu chất điện môi bị thủng và hiện tượng hóa điện không được quản lí tốt.
- Phương pháp này sử dụng chưa phổ biến vì còn nguy hiểm cho người điều khiển và giá thành đắt (0,3-0,5 kWh/kg sản phẩm).

4.9. Phương pháp chiếu tia UV

4.9.1. Khái niệm

Bức xạ tử ngoại hay tia cực tím(ultraviolet rays–tia UV) là một dạng của bức xạ điện từ, chia thành 3 vùng chính dựa trên tác động của nó đến sức khỏe con người và môi trường gồm: tia UV-C, UV-B và UV-A. Khoảng bước sóng của bức xạ tử ngoại nằm trong vùng giữa ánh sáng nhìn thấy và bức xạ tia X (100nm đến 400nm).



Hơn 100 năm nay, tia UV được biết như là một tác nhân gây đột biến mức độ tế bào. Năm 1903 giải thưởng Nobel lĩnh vực Y học được trao cho Niels Finsen về những ứng dụng trong việc sử dụng tia UV để chống lại bệnh lao. Ứng dụng chiếu tia UV để tinh sạch nước là một kỹ thuật được phát minh bởi Ashok Gadgil.

Khử trùng bằng chiếu tia cực tím (Ultraviolet germicidal irradiation_UVGI) là một phương pháp khử trùng sử dụng ánh sáng tia cực tím (ultraviolet_UV) với bước sóng đủ ngắn để giết chết vi khuẩn. Nó được ứng dụng rộng rãi để diệt khuẩn thực phẩm, không khí và nước.

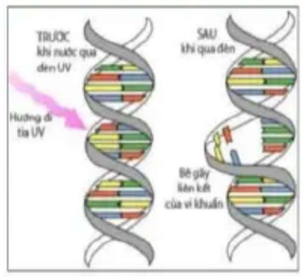
Việc áp dụng phương pháp UVGI để khử trùng được chấp nhận vào giữa thế kỷ 20.

4.9.2. Ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật

Khử trùng bằng chiếu tia cực tím (Ultraviolet germicidal irradiation_UVGI) là một phương pháp khử trùng sử dụng ánh sáng tia cực tím (ultraviolet_UV) với bước sóng đủ ngắn để giết chết vi khuẩn. Nó hiệu quả trong việc phá hủy các acid nucleic của vi khuẩn, làm cho DNA của chúng bị phá vỡ, làm mất khả năng sinh sản và giết chết chúng. Ngoài ra tia UV còn gây biến tính và vô hoạt enzyme của VSV.

Tia UV là bức xạ điện tử với bước sóng ngắn hơn so với ánh sáng thường. Tia UV có thể được phân thành nhiều loại khác nhau:

+ Với tia UV bước sóng ngắn (short range UV - UVC) được xem là "chất khử trùng UV".



+ Ở một bước sóng nào đó tia UV có thể là tác nhân làm tăng đột biến ở vi khuẩn, virus và các vi sinh vật khác: Ở bước sóng 2,537 Angstroms (254 nm) tia UV sẽ phá vỡ các cấu trúc bên trong của phân tử DNA, tạo axit amin thymine (T) nhị trùng hợp trong DNA và do đó tiêu diệt, làm vô hoạt hoặc ngăn cản sự phát triển và sinh sản của chúng.

+ Tương tự như vậy, tác dụng của tia UV đối với người ở các bước sóng dài hơn (UVB), như là bỏng nắng hoặc ánh sáng mặt trời có cường độ mạnh (sun glare). Vi sinh vật ít được bảo vệ khỏi tia UV và không thể sống lâu hơn khi kéo dài thời gian tiếp xúc với tia UV.

Mức độ bất hoạt VSV bởi tia UV liên quan trực tiếp đến **liều lượng** chiếu tia UV trực tiếp vào thực phẩm (microwatt/giây/ cm^2): Liều lượng để tiêu diệt 90 % vi khuẩn và virut là khoảng từ 2000 đến 8000 $\mu W/\cdot s/cm^2$.

Hiệu quả tiệt trùng bởi tia UV trong môi trường phụ thuộc vào các nhân tố:

+ Độ dài thời gian vi sinh vật tiếp xúc với tia UV

+ Sự thay đổi năng lượng của nguồn UV ảnh hưởng bởi bước sóng EM

+ Sự hiện diện của các phân tử có thể bảo vệ vi khuẩn khỏi tia UV

+ Và khả năng của vi khuẩn có thể chống lại tia UV trong suốt quá trình phơi nhiễm.

Nhiều phương pháp phổ biến đã thành công trong việc để vi khuẩn tiếp xúc với tia UV bằng cách lưu thông lặp đi lặp lại nhiều lần một lượng không khí hoặc nước. Phương pháp này đảm bảo tia UV xuyên qua nhiều lần nhằm gây bất lợi đối với một số lượng lớn vi khuẩn và sẽ tiêu diệt các vi khuẩn có sức chịu đựng với tia UV.

4.9.3. Ứng dụng trong công tác bảo quản

Chiếu xạ tia cực tím đang được áp dụng thương mại trong ngành công nghiệp chế biến thực phẩm thông qua việc sử dụng đèn UV diệt khuẩn. Các bước sóng tối ưu cho hiệu quả diệt khuẩn tối đa là 2600 Å. Đèn hơi thủy ngân áp suất thấp có một đầu ra tối đa 2537 Å: giá trị gần với bước sóng tối ưu cho hiệu quả diệt khuẩn.

Có thể sử dụng tia UV để phòng chống vi khuẩn và nấm mốc phát triển trên bề mặt các sản phẩm bánh mì, các loại pho mát, các loại trái cây (quất, cam, nho, các loại quả mọng), chống hiện tượng mọc mầm (hành, khoai tây), làm chậm quá trình chín (cà chua, xoài), tăng lượng vit.D_2 trên nấm.

Bên cạnh đó có thể sử dụng tia UV để khử trùng nước ép táo, các loại nước đóng chai, làm sạch không khí trong các cơ sở đóng chai và chế biến thực phẩm.

Ngoài ra tia UV còn được sử dụng để bảo quản thịt tươi, cá và các loại hải sản khác.

4.9.4. Ưu và nhược điểm

♣ Ưu điểm:

- ❑ An toàn hơn so với phương pháp hóa học hoặc chiếu xạ.
- ❑ Không gây ảnh hưởng đến phẩm chất thực phẩm.
- ❑ Giá thành rẻ

Cost Comparison of Different Juice Processing Methods

Process	Mode of Action	Cost (US cents/gal)
Carbon dioxide	Biochemical	5
High pressure	Mechanical	15
Pasteurization	Heat	5
Conventional UV	Light energy	0.2

Source: Updated from L. J. Forney and J. A. Pierson, *Resource* 11(1):7–8 (2004).

♣ **Nhược điểm:**

- ❑ Thực phẩm dễ nhiễm khuẩn trở lại khi bảo quản quá lâu.
- ❑ Chỉ có tác động bề mặt.
- ❑ Ở bước sóng nào đó (bao gồm cả UVC) tia UV có thể gây hại cho người và các sinh vật khác. Đối với con người, làn da tiếp xúc trực tiếp với bước sóng khử trùng của tia UV có thể gây ra bỏng nắng và (trong một vài trường hợp) có thể bị ung thư da. Sự tiếp xúc của mắt với bức xạ tia UV có thể gây bỏng và tổn thương giác mạc nghiêm trọng và làm giảm thị lực tạm thời hoặc vĩnh viễn và kể cả bị mù trong một vài trường hợp. Tia UV có thể gây hại đến võng mạc của mắt.
- ❑ Bức xạ UVC có thể phá vỡ các liên kết hóa học. Điều này làm cho chất liệu dẻo (loại vật liệu dùng để cách điện, miềng hoặc vòng đệm cách điện) và một số chất liệu khác nhanh bị lão hóa.

4.10. Phương pháp plasma lạnh

4.10.1. Giới thiệu chung

Để giảm thiểu tác động của nhiệt độ cao đến chất lượng, dinh dưỡng, và tránh khả năng thay đổi cấu trúc vật lý, hóa học, dẫn đến biến đổi mùi vị của thực phẩm, người ta thường ưu tiên sử dụng các phương pháp bảo quản ở nhiệt độ thường hay chiếu xạ gamma, chiếu xạ beta, xung điện trường, siêu âm, ozone, tia cực tím (UV), áp suất cao…Tuy nhiên, các biện pháp này đều có chi phí đầu tư cao và ít ứng dụng được trên các sản phẩm rắn như rau quả, thịt cá…Đây là cơ hội cho phương pháp bảo quản plasma lạnh.

Plasma lạnh là một phương pháp mới giúp bảo quản nhanh và hiệu quả, ít ảnh hưởng đến chất lượng, đang được nghiên cứu tại nhiều nước trên thế giới và Việt Nam.

4.10.2. Khái niệm, phân loại và thiết bị

Plasma là trạng thái thứ tư của vật chất ngoài ba trạng thái thường gặp là thể rắn, lỏng, khí.

Ví dụ về trạng thái plasma của nước: một cục nước đá (thể rắn) đun nóng đến nhiệt độ nhất định sẽ biến thành nước (thể lỏng), tăng nhiệt lên nữa nước sẽ bốc hơi (thể khí). Nếu tiếp tục tăng nhiệt độ nước lên cao nữa, các electron mang điện âm bắt đầu bứt khỏi nguyên tử và chuyển động tự do, nguyên tử trở thành các ion mang điện dương. Nhiệt độ càng cao thì số electron bứt ra khỏi nguyên tử chất khí càng nhiều, hiện tượng này được gọi là sự ion hóa của chất khí. Các nhà khoa học gọi thể khí ion hóa là "trạng thái plasma".

Ngoài nhiệt độ cao, người ta có thể dùng các tia UV, tia X, tia bêta cường độ cực mạnh để chiếu vào chất khí (Heli, Argon, Oxi, Nitơ, v.v.) cũng làm cho nó biến thành plasma.

Do sự hiện diện của các hạt mang điện, plasma trở nên dẫn điện trong trường điện từ. Plasma có thể là môi trường phản ứng hóa học nhờ kích thích và phóng ra bức xạ điện từ ở nhiều vùng bước sóng khác nhau.

Phân loại plasma theo tính chất nhiệt động lực học gồm 2 loại:

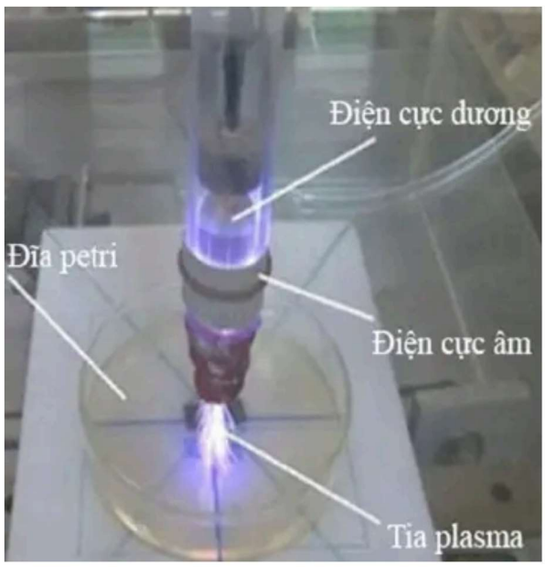
1. Plasma nóng (thermal plasma) được tạo thành ở nhiệt độ, áp suất và năng lượng cao.
2. Plasma lạnh (non-thermal plasma, cold plasma) được tạo thành ở áp suất thường hoặc chân không, cần ít năng lượng hơn.

Tuy nhiên, cả hai loại này có chung đặc điểm là các tia plasma đều chứa một phần hay toàn bộ phần khí bị ion hóa, bao gồm photon, ion hay điện tử tự do.

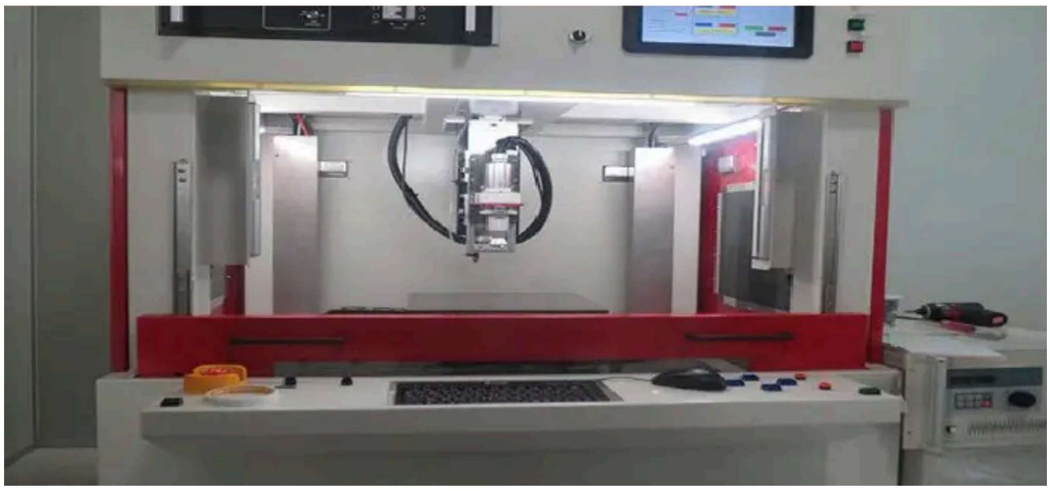
Ở bài giảng này chỉ tìm hiểu sâu hơn về phương pháp plasma lạnh.

Khái niệm: Công nghệ plasma sử dụng năng lượng điện để tạo ra môi trường ion hóa, làm tăng động năng các hạt electron, ion và các nguyên tử, sau đó hướng chúng vào các đối tượng cần xử lý (thực phẩm, vật liệu bao gói, v.v.) với thời gian xử lý nhanh và hiệu quả, an toàn, tiết kiệm.

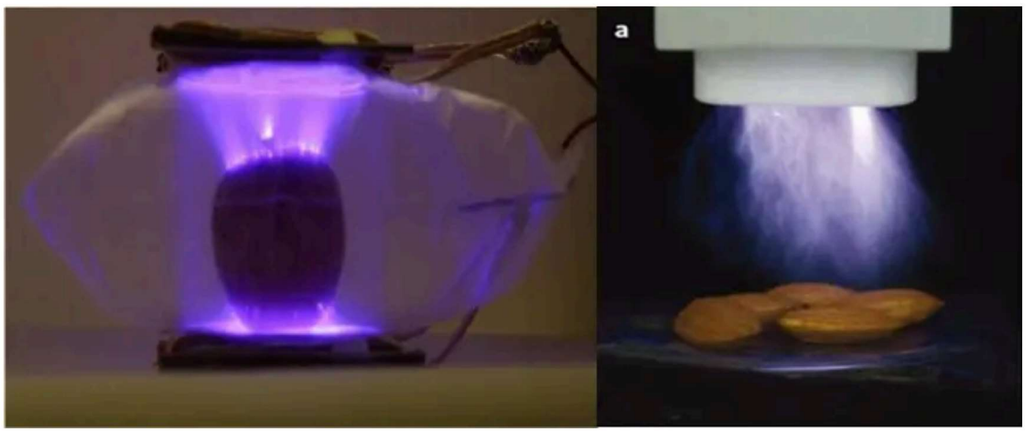
Một số **thiết bị** đang được nghiên cứu và ứng dụng tại Việt Nam:



Hình 4.12: Thiết bị Plasma Jet được chế tạo tại Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM



Hình 4.13: Thiết bị bảo quản hoa quả dùng công nghệ nano và plasma sử dụng khí Nitơ Đây là kết quả của sự hợp tác giữa ĐHQGHN và Đại học Khoa học và Công nghệ Long Hoa (Đài Loan).



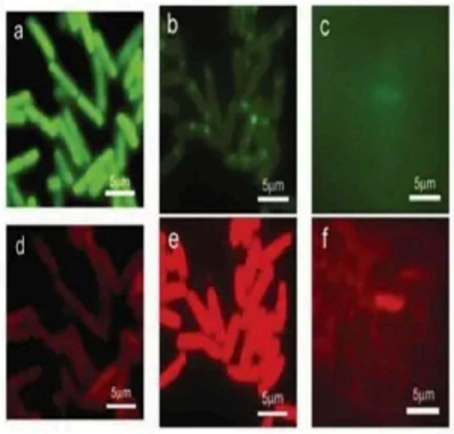
Hình 4.14: Ví dụ chiếu plasma lên quả táo và hạt hạnh nhân

4.10.3. Ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật:

Plasma lạnh được chứng minh có tác dụng ức chế lên rất nhiều vi sinh vật, kể cả bào tử và virus.

Khi hướng chùm plasma vào bề mặt cần xử lý (nấm mốc, vi khuẩn) các electron, ion động năng lớn, các tia UV xuất hiện trong quá trình tạo plasma sẽ:

- **B**ắn phá thành tế bào của nấm mốc, vi khuẩn,
- Tạo ra các gốc oxy hóa bậc cao
- Phá vỡ các cấu trúc DNA, phá vỡ thành tế bào, các liên kết giữa các thành phần trong tế bào vi khuẩn, virus, nấm mốc
- Gây tổn thương không phục hồi và gây chết vi sinh vật.



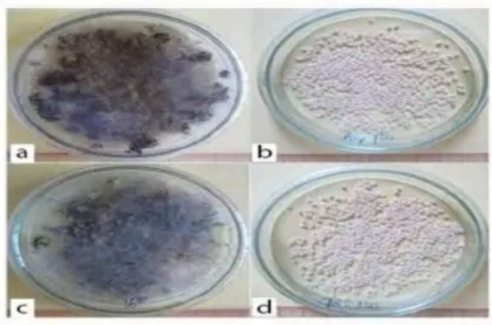
Mẫu vi khuẩn *Bacillus stearothemophilus*: nhuộm huỳnh quang xanh (a, b, c), nhuộm huỳnh quang đỏ (d, e, f)

Hình a, d: mẫu đối chứng;

Hình b, e: lượng vi sinh vật còn lại sau xử lý ở 140°C, 10 phút;

Hình c, f: lượng vi sinh vật còn lại sau xử lý bằng O_2 plasma trong vòng 20 giây.

Nguồn: *Danijela Vu Josevic and et al., 2010.*



Mẫu hạt vừng cho nhiễm mốc Aspergillus oryzae (a, b)

Mẫu hạt vừng nhiễm mốc Trichoderma harzianum (c, d)

Kết quả xử lý hạt vừng bằng Argon-Plasma Jet.

Hình a, c: hạt vừng không qua xử lý bị mọc mốc trong thời gian bảo quản.

Hình b, d: hạt vừng có xử lý, không bị mốc.

Nguồn: *Trịnh Khánh Sơn, Nguyễn Thị Thu Thảo, 2014.*

4.10.4. Ứng dụng trong công tác bảo quản

Hiện nay công nghệ plasma đang được nhiều nước tiên tiến trên thế giới áp dụng để xử lý nước uống công cộng, xử lý nước thải y tế, khử mùi/diệt khuẩn, làm sạch không khí, khử khuẩn dụng cụ y tế,…

Plasma lạnh rất thích hợp cho khử trùng trong chế biến thực phẩm, như khử trùng bề mặt khô (thịt, gia cầm, cá và các sản phẩm rau quả tươi sau thu hoạch), thực phẩm dạng hạt (sữa bột, các loại thảo mộc và gia vị) và hạt giống.

Xử lý các sản phẩm thô và khô: sử dụng nhiệt độ, hóa học và các loại khí (ví dụ ethylene oxide, hydrogen peroxide) để khử trùng bề mặt của trái cây, gia vị, hạt…có thể gây hại đến sản phẩm hoặc để lại dư lượng sau quá trình xử lý.

Với plasma lạnh, các ion có thể xâm nhập vào các vết nứt và khe hở của sản phẩm thô và khô có hình dạng phức tạp. Do đó, công nghệ này rất hiệu quả trên các sản phẩm có bề mặt không đều và nứt gãy như đậu, đậu xanh, đậu tương, lúa mạch, yến mạch, ngô, thịt,…

Xử lý màng sinh học trên bề mặt TP: thực phẩm khi để lâu ngoài không khí thường xuất hiện một lớp màng bao phủ gọi là màng sinh học.

Ví dụ, thịt sẽ hình thành một lớp màng khô bao bên ngoài, còn sữa sẽ hình thành lớp màng mỏng phía bên trên dung dịch. Vi sinh vật thường sinh sôi nảy nở trong môi trường giàu dinh dưỡng bên dưới các màng sinh học và được bảo vệ khỏi các biện pháp khử trùng bề mặt sử dụng nhiệt độ cao, thuốc,…Công nghệ plasma có thể xử lý việc hình thành màng sinh học trên bề mặt sản phẩm bằng cách làm sạch và khử trùng các bề mặt, giúp tăng khả năng chống bám vi khuẩn.

Khử trùng bề mặt trứng: xử lý bằng plasma lạnh (tiêu diệt đến 99,5% vk) cho kết quả tương đương xử lý bằng tia UV và ozone mà không gây tác hại lên chất lượng lớp vỏ ngoài tự nhiên của trứng để chống lại vi sinh vật.

Khử trùng vật liệu bao gói: plasma lạnh có thể xử lý nhanh và an toàn các bao bì thực phẩm như chai nhựa, nắp đậy mà không gây biến tính vật liệu và không để lại dư lượng trên sản phẩm.

4.10.5. Ưu và nhược điểm

Ưu điểm:

- ❑ Có thể xử lý thực phẩm đã đóng gói.
- ❑ Không gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.
- ❑ Gây ức chế hoặc tiêu diệt vi khuẩn có hại, có thể thay thế cho bảo quản lạnh của tủ lạnh thông thường.
- ❑ Không để lại lượng dư hoá chất không mong muốn trong thực phẩm sau xử lý.

- ❑ Cấu trúc đơn giản, dễ dàng vận chuyển, tiêu hao ít năng lượng, giá thành thấp (10 cent/1 gallon).

Nhược điểm:

- ❑ Thực phẩm dễ nhiễm khuẩn trở lại khi bảo quản quá lâu.
- ❑ Chỉ tác động bề mặt

4.11. Kỹ thuật rào cản - "hurdle technology"

4.11.1. Khái niệm và tính cấp thiết

4.11.1.1. Khái niệm

Kỹ thuật rào cản là một phương pháp bảo quản thực phẩm, trong đó có sự kết hợp đồng thời nhiều rào cản một cách có chủ ý nhằm kéo dài thời hạn sử dụng, cải thiện chất lượng và sự an toàn của một sản phẩm thực phẩm.

Leistner và đồng nghiệp (năm 1976) lần đầu tiên giới thiệu định nghĩa **hiệu ứng rào cản** (hurdle effect) mô tả sự tương tác phức tạp của các rào cản gồm: nhiệt độ, hoạt độ nước, độ pH và điện thế oxi hóa khử đến sự ổn định của vi sinh vật (VSV) trong thực phẩm.

Theo đó, sự ổn định và an toàn của hầu hết các loại thực phẩm (truyền thống và hiện đại) được dựa trên sự kết hợp của một số rào cản mà qua đó các VSV hiện diện trong thực phẩm không thể "vượt qua" được → thực phẩm được ổn định và an toàn.

Rào cản ở đây được định nghĩa là những tác nhân gây ảnh hưởng đến sự ổn định, sự sinh sôi và phát triển của VSV bao gồm: nhiệt độ, độ pH, hoạt độ nước, sự có mặt của các VSV có lợi, điện thế oxy hóa khử, sự có mặt của chất bảo quản, v.v.

Vì vậy, **kỹ thuật rào cản** còn có nghĩa là **bảo quản thực phẩm bằng phương pháp kết hợp**, hoặc **bảo quản thực phẩm bằng quy trình kết hợp**, hoặc **kỹ thuật kết hợp**.

Tuy nhiên ở các nước có mức độ phát triển khác nhau thì mục đích ứng dụng kỹ thuật rào cản cũng khác nhau:

▪ Ở các nước công nghiệp phát triển, kỹ thuật rào cản hiện nay được áp dụng thường xuyên cho loại thực phẩm chế biến tối thiểu, tức là sự tươi (freshness), sự tự nhiên (nature) của loại thực phẩm được ưu tiên nhất.

▪ Trong khi ở các nước đang phát triển, kỹ thuật rào cản ứng dụng để bảo quản thực phẩm mà không cần làm lạnh, tức là hiệu quả kinh tế được ưu tiên đồng thời với thời hạn sử dụng của sản phẩm.

4.11.1.2. Tính cấp thiết

Kỹ thuật rào cản ngày càng được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi trong ngành bảo quản thực phẩm xuất phát từ những nhu cầu sau:

- Người tiêu dùng ngày càng yêu thích các sản phẩm thực phẩm tươi sống, tự nhiên và ít qua xử lý (thực phẩm chế biến tối thiểu);
- Xu hướng tiêu thụ các loại thực phẩm chế biến sẵn;
- VSV sinh sôi và phát triển ngày càng phức tạp.

4.11.2. Nguyên tắc và một số sơ đồ bố trí rào cản

4.11.2.1. Nguyên tắc bố trí rào cản

Việc lựa chọn và bố trí các rào cản cần tuân theo những nguyên tắc sau:

- Các rào cản được lựa chọn phải gây ảnh hưởng đến trạng thái tự cân bằng của VSV trong thực phẩm;
- Các VSV có trong thực phẩm không được "vượt qua" rào cản cuối cùng đã được bố trí;
- Các rào cản được lựa chọn nhằm mục đích ức chế hoặc tiêu diệt các VSV có khả năng gây hư hỏng và ngộ độc thực phẩm.

4.11.2.2. Một số sơ đồ bố trí rào cản

♣ **Sơ đồ 1:**

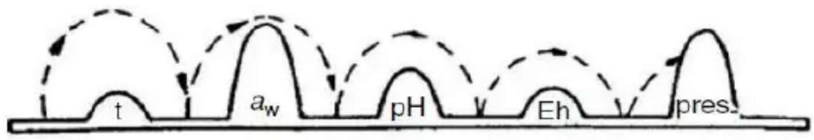
♦ **Phân tích:** Sơ đồ bố trí công nghệ rào cản cho một loại thực phẩm, trong đó có 6 rào cản:

- Nhiệt độ cao trong quá trình chế biến (**F**),
- Nhiệt độ thấp trong thời gian lưu trữ (**t**),
- Hoạt độ nước ($\mathbf{a_w}$),
- Độ chua (**pH**),
- Điện thế oxi hóa khử (**Eh**),
- Chất bảo quản (**pres.**).

Các VSV có trong sản phẩm không thể vượt qua được tất cả rào cản (bị chặn lại ở rào cản cuối cùng), và do đó sản phẩm này được ổn định và an toàn.

Tuy nhiên, trong thực tế hiếm khi bố trí rảo cản như sơ đồ 1 (sử dụng cùng một lúc tất cả các rào cản với mức cường độ cao như nhau) vì sẽ gây ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng thực phẩm đồng thời làm tăng chi phí sản xuất.

♣ **Sơ đồ 2:**

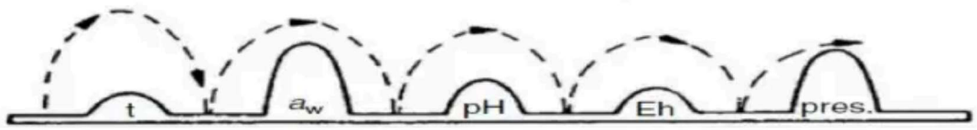


♦ **Phân tích:** Sự ổn định của sản phẩm này được dựa trên sự kết hợp những rào cản với các mức cường độ khác nhau.

Trong sản phẩm này rào cản chính là $\mathbf{a_w}$ và **pres.** (mức cường độ cao hơn), rào cản phụ là **t**, **pH**, và **Eh** (mức cường độ thấp hơn).

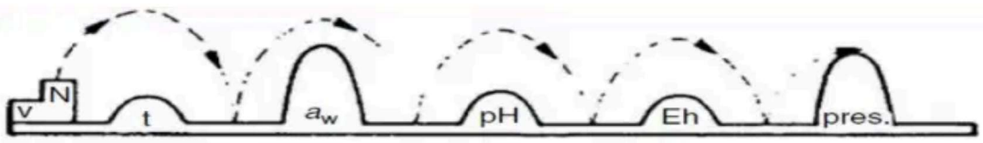
Trong trường hợp này thì chỉ cần sử dụng 5 rào cản như trên là đủ để ngăn chặn được sự phát triển của các loại VSV trong một sản phẩm TP.

Trường hợp 1: Trong trường hợp chất lượng nguyên liệu và điều kiện sản xuất không đảm bảo vệ sinh (số lượng VSV có mặt ban đầu trên nguyên liệu quá nhiều) thì ngay cả những rào cản cố hữu bình thường cũng không thể ngăn chặn sự hư hỏng hoặc gây ngộ độc TP.

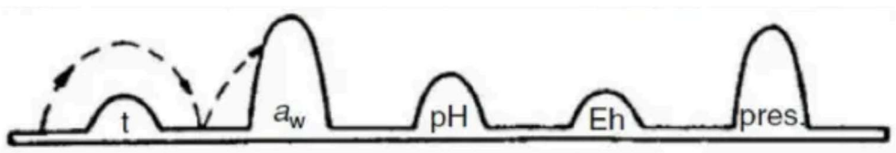


Vì vậy khi lựa chọn nguyên liệu để sản xuất cần tuân thủ đồng thời các quy định về chất lượng nguyên liệu đầu vào (chỉ tiêu vi sinh) cũng như bảo quản nguyên liệu trước khi vào dây chuyền sản xuất.

Trường hợp 2: Đối với một loại TP giàu chất dinh dưỡng (đạm và vitamin). Đây là môi trường thuận lợi cho sự phát triển của VSV, do đó mức độ của các rào cản bố trí trong sản phẩm như vậy cần phải được nâng cao hơn nếu không VSV sẽ vượt qua được gây hư hỏng thực phẩm (rút ngắn hạn sử dụng).



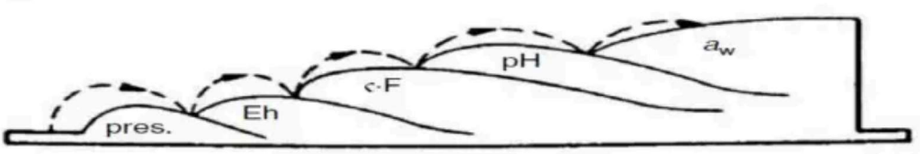
Trường hợp 3: Nếu lượng VSV trên nguyên liệu đầu vào thấp thì chỉ với một vài rào cản hoặc rào cản ở mức độ thấp là đủ để ổn định thực phẩm.



Công nghệ chế biến siêu sạch (ultra-clean) hoặc chế biến vô trùng (aseptic processing)các loại thực phẩm dễ bị hư hỏng được dựa trên nguyên tắc này.

Ngoài ra nếu nguyên liệu được làm giảm lượng vi khuẩn ban đầu một cách đáng kể (rau, quả, thịt được chần) thì lượng VSV còn sót lại sẽ dễ dàng bị ức chế bởi các rào cản tiếp theo hơn.

♣ **Sơ đồ 3:**



♦ **Phân tích:** Minh họa chuỗi các rào cản trong sản phẩm xúc xích khô lên men (*fermented dry salami* của Đức) trong đó bao gồm các rào cản theo thứ tự như sau:

- **Pres.** ướp thịt bằng muối nitrit
- Giảm **Eh**
- Tạo điều kiện thuận lợi **s**ự phát triển của nhóm VSV có lợi **c.F** (competitive flora)
- Giảm **pH**
- **G**iảm $\mathbf{a_w}$ bằng phương pháp sấy khô**.**

Bảng 4.11: Tiêu chuẩn của sản phẩm xúc xích lên men nhanh và chậm của Đức

Tiêu chuẩn	Lên men nhanh	Lên men chậm
a_w	0,95 – 0,90	0,90 – 0,65
pH	4,8 – 5,2	5,4 – 6,0
Thời gian lên men, tuần	1 – 2	4 – 8
Hiệu suất, %	80	20

Bảng 4.12: Công nghệ rào cản để bảo quản sản phẩm từ trái cây với hàm lượng ẩm cao áp dụng ở các nước Mỹ Latinh

Rào cản	Cường độ
1. Xử lý nhiệt[a]	Chần bằng hơi trong 1 – 3 phút
2. a_w[b]	Giảm về mức 0,98 – 0,93
3. pH[c]	Điều chỉnh về mức 4,1 – 3,0
4. Pres.I	1000ppm sorbat hoặc benzoat
5. Pres. II	150 ppm sulfit hoặc bisulfit

Nguồn: After S.M. Alzamora và cs. **Food preservation by moisture control**

a: Phụ thuộc vào kích thước và loại trái cây

b: Giảm bằng cách bổ sung đường sucrose, glucose và maltodextrin.

c: Điều chỉnh (nếu cần thiết) bằng axit citric hoặc phosphoric.

Bảng 4.13: Các rào cản chính sử dụng trong công nghệ rào cản để bảo quản các sản phẩm TP truyền thống ở các nước Mỹ Latinh

Nhóm sản phẩm	a_w	pH	F	t	Smoke	Pres.	c.F.
Rau và trái cây	X	X	X	-	-	X	X
Thịt	X	X	X	-	X	X	X
Cá	X	X	X	X	X	-	-
Sữa	X	X	X	X	-	X	X
Bánh kẹo	X	-	X	-	-	X	-
Hỗn hợp	X	X	X	-	-	X	-

4.11.3. Ưu điểm của kỹ thuật rào cản

Việc áp dụng một cách có hiệu quả kỹ thuật rào cản trong công tác bảo quản thực phẩm có thể mang đến những ưu điểm như sau:

- Cải thiện chất lượng và tính an toàn với VSV của sản phẩm;
- Tiết kiệm chi phí sản xuất, năng lượng và một số tài nguyên khác;
- Thực phẩm vẫn ổn định và có tính an toàn cao trong khi các giá trị cảm quan và dinh dưỡng vẫn được bảo đảm;
- Có thể áp dụng đối với quy mô sản xuất lớn và nhỏ;
- Thuận lợi hơn trong quá trình sản xuất các sản phẩm mới theo yêu cầu của người tiêu dùng.

KẾT LUẬN

Bất kỳ một sản phẩm thực phẩm nào nếu chỉ áp dụng duy nhất một phương pháp bảo quản riêng lẽ thì không thể đạt được hiệu quả tối ưu trong việc vừa kéo dài thời hạn sử dụng vừa đảm bảo chất lượng (cảm quan, dinh dưỡng, an toàn) của sản phẩm mà còn không đạt hiệu quả kinh tế. Vì vậy, đối với một sản phẩm thương mại cần phải biết kết hợp một cách cố ý và thông minh các yếu tố rào cản để đạt được hiệu quả tốt nhất.